

PATRÍCIA CAMBRUSSI BORTOLINI

## **DURAÇÃO DO PASTEJO NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DE GRÃOS EM CEREAIS DE INVERNO NO SUL DO PARANÁ**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Dr. Aníbal de Moraes

CURITIBA

2004



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
PRODUÇÃO VEGETAL

## PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pela candidata **PATRICIA CAMBRUSSI BORTOLINI**, sob o título "**DURAÇÃO DO PASTEJO NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DE GRÃOS EM CEREAIS DE INVERNO NO SUL DO PARANÁ**", para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese.

Curitiba, 16 de Fevereiro de 2004.

Dr. Edilson Batista de Oliveira  
Primeiro Examinador

Dr. César Henrique Espírito Candal Poli  
Segundo Examinador

Professor Dr. Amadeu Bona Filho  
Terceiro Examinador

Professor Dr. Cícero Deschamps  
Quarto Examinador

Professor Dr. Aníbal de Moraes  
Presidente da Banca e Orientador

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Anibal de Moraes, pela orientação, incentivo e amizade.

Ao professor Dr. Amadeu Bona Filho, pela inestimável amizade, co-orientação segura e valiosas contribuições.

Ao professor Dr. Paulo Carvalho, pelos ensinamentos e apoio concedidos.

Ao MSc. Itacir Sandini, principal responsável por este desafio, pela amizade, oportunidades concedidas e auxílio na execução dos trabalhos.

Ao Dr. Edilson Batista, pela solicitude e conhecimentos transmitidos.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, pela amigável acolhida e convivência durante a realização do Curso.

Aos colegas e amigos do Curso de Pós-Graduação, pelos momentos de aprendizado, trabalho e descontração passados juntos.

Aos funcionários da Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA), pela cooperação na condução do experimento.

À Cooperativa Agrária Mista Entre Rios, pela possibilidade de realização desse trabalho.

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade concedida.

Aos meus familiares, pelo apoio, compreensão e confiança depositada.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

PATRÍCIA CAMBRUSSI BORTOLINI, filha de Dioracy Possan Bortolini e Dalva Ana Cambrussi Bortolini, nasceu em Clevelândia, Estado do Paraná, aos 30 de outubro de 1976.

Cursou o primeiro e segundo grau em Clevelândia-PR no Colégio Estadual João XXIII. Em 1994 ingressou no Curso de Agronomia no Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET, em Pato Branco. Recebeu o grau de Engenheira Agrônoma em 1998. Em março de 1999, iniciou o curso de Mestrado na Universidade Federal do Paraná, área de concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, obtendo o grau de Mestre em dezembro de 2000.

Em março de 2001 iniciou o Curso de Doutorado em Produção Vegetal no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 O SISTEMA DE DUPLO PROPÓSITO.....	4
2.1.1 Caracterização do sistema de duplo propósito.....	4
2.1.2 Implantação do sistema.....	6
2.1.2.1 Época de semeadura.....	6
2.1.2.2 Densidade de semeadura.....	7
2.1.2.3 Variedades.....	7
2.1.2.4 Fatores ambientais.....	8
2.1.3 Manejo da desfolhação.....	9
2.1.4 Resposta das plantas à desfolhação.....	11
2.1.4.1 Intensidade de desfolhação e tipo de tecido removido.....	11
2.1.4.2 Restabelecimento da capacidade fotossintética.....	12
2.1.4.3 Relocação de fotoassimilados.....	14
2.1.4.4 Fotossíntese compensatória.....	15
2.1.6 Momento final da desfolhação.....	15
2.2 PRODUÇÃO ANIMAL.....	19
2.3 PRODUÇÃO DE GRÃOS.....	21
2.3.1 Efeitos da desfolhação na produção de grãos.....	21
2.3.2 Efeitos da desfolhação nos componentes de rendimento de grãos.....	23
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
3.1 LOCAL.....	27
3.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E DE SOLO.....	27
3.3 DURAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	29
3.4 ESQUEMA EXPERIMENTAL.....	29

3.5 HISTÓRICO DA ÁREA.....	30
3.6 CARACTERIZAÇÃO DOS CEREAIS DE INVERNO UTILIZADOS NO EXPERIMENTO.....	30
3.7 ESTABELECIMENTO E ADUBAÇÃO.....	32
3.7.1 Semeadura.....	32
3.7.2 Adubação.....	33
3.8 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	33
3.8.1 Manejo dos animais.....	33
3.8.1.1 Método de pastejo.....	34
3.8.1.2 Ajuste da carga animal.....	34
3.8.1.3 Ganho de peso médio diário e peso por hectare.....	34
3.8.2 Manejo da produção de forragem.....	35
3.8.2.1 Estimativa da disponibilidade de matéria seca.....	35
3.8.2.2 Número de perfilhos e altura do meristema apical.....	36
3.8.3 Manejo da produção de grãos.....	36
3.8.3.1 Colheita dos grãos.....	36
3.8.3.2 Rendimento de grãos.....	37
3.8.3.3 Componentes de rendimento.....	37
3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	37
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
4.1 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA APÓS PASTEJO.....	38
4.1.1 Produção de matéria seca após pastejo de tritcale.....	39
4.1.2 Produção de matéria seca após pastejo de aveia branca.....	41
4.1.3 Produção de matéria seca após pastejo de trigo.....	43
4.1.4 Impacto geral da desfolhação na produção de matéria seca.....	44
4.2 ALTURA DO MERISTEMA APICAL.....	45
4.2.1 Altura do meristema apical de tritcale.....	45
4.2.2 Altura do meristema apical de aveia branca.....	47
4.2.3 Altura do meristema apical de trigo.....	48
4.2.4 Remoção do meristema apical pelo pastejo.....	49
4.3 NÚMERO DE PERFILHOS POR PLANTA.....	51
4.3.1 Número de perfilhos por planta de tritcale.....	51
4.3.2 Número de perfilhos por planta de aveia branca.....	53

4.3.3 Número de perfilhos por planta de trigo.....	55
4.4 COMPONENTES DE RENDIMENTO.....	56
4.5 RENDIMENTO DE GRÃOS.....	60
4.5.1 Rendimento de grãos de tritcale.....	61
4.5.2 Rendimento de grãos de aveia branca.....	62
4.5.3 Rendimento de grãos de trigo.....	64
4.5.4 Correlação entre os componentes de rendimento na produção de grãos..	65
4.6 PRODUÇÃO ANIMAL.....	65
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>68</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>80</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Médias das temperaturas médias, máximas e mínimas e média da precipitação, a cada mês, durante o período de março a novembro de 1999, observadas na Estação Meteorológica de Entre Rios, Guarapuava, PR.....	28
FIGURA 2-	Balanço hídrico sequencial, a cada intervalo de dez dias, durante o ano de 1999 (Rolim <i>et al.</i> , 1999), Guarapuava, PR.....	28
FIGURA 3 -	Produção de matéria seca ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) de triticale submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	40
FIGURA 4 -	Produção de matéria seca ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) de aveia branca submetida ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	42
FIGURA 5 -	Produção de matéria seca ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) de trigo submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	44
FIGURA 6 -	Altura do meristema (cm) de triticale submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	46
FIGURA 7 -	Altura do meristema (cm) de aveia branca submetida ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	48
FIGURA 8 -	Altura do meristema (cm) de trigo submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	49
FIGURA 9 -	Número de perfilhos por planta de triticale submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	52



FIGURA 10 - Número de perfilhos por planta de aveia branca submetida ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	54
FIGURA 11 - Número de perfilhos por planta de trigo submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	56
FIGURA 12 - Número de espigas por metro linear de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	57
FIGURA 13 - Número de espiguetas por espiga de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	58
FIGURA 14 - Número de grãos por espiga de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	59
FIGURA 15 - Peso de mil grãos (gramas) de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	60
FIGURA 16 - Produção de grãos ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) de triticle submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	61
FIGURA 17 - Produção de grãos ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) de aveia branca submetida ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	63
FIGURA 18 - Produção de grãos ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) de trigo submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	64

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Características químicas do solo antes do início do experimento, Guarapuava, 1999.....	29
TABELA 2 -	Rotação de culturas de verão e inverno de 1995 a 1999, utilizada na área experimental, Guarapuava, 1999.....	30
TABELA 3 -	Datas de pesagem dos animais distribuídos em cada cultura durante o período experimental.....	34
TABELA 4 -	Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da produção de matéria seca de tritcale submetido ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	39
TABELA 5 -	Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da produção de matéria seca de aveia branca submetida ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	41
TABELA 6 -	Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da produção de matéria seca de trigo submetido ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	43
TABELA 7 -	Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da altura do meristema apical de tritcale submetido ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	46
TABELA 8 -	Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da altura do meristema apical de aveia branca submetida ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	47

TABELA 9 - Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da altura do meristema apical de trigo submetido ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	49
TABELA 10 - Percentagem (%) de meristemas apicais removidos pelo pastejo em triticales, aveia branca e trigo submetidos ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	50
TABELA 11 - Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) do número de perfilhos de triticales submetido ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	51
TABELA 12 - Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) do número de perfilhos por planta de aveia branca submetida ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	53
TABELA 13 - Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) do número de perfilhos por planta de trigo submetido ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	55
TABELA 14 - Número de animais testes, peso médio diário inicial e final, ganho de peso médio diário e por área dos animais submetidos ao pastejo contínuo em cereais de inverno em sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.....	66

## RESUMO

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA), no município de Guarapuava-PR, no período de abril a novembro de 1999. O objetivo deste estudo foi quantificar os efeitos da desfolhação resultante de diferentes períodos de pastejo em cereais de inverno. Como objetivos específicos pretendeu-se avaliar o potencial forrageiro e granífero da cultivar de trigo (*Triticum aestivum*), aveia branca (*Avena sativa* L.) e tritcale (X. *Triticosecale* Witt.) em diferentes períodos de pastejo, além de determinar qual o período máximo de permanência dos animais em pastejo que possibilitasse colheita de forragem sem afetar a produção de grãos. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com tratamentos distribuídos em três repetições. Nos piquetes foram testadas as culturas de inverno: trigo BRS 176, aveia branca FAPA 2 e tritcale IAPAR 23. Nas parcelas foram avaliadas os períodos de pastejo, sendo os tratamentos definidos como sem pastejo, uma semana, duas, três, quatro, cinco, seis, sete e oito semanas de pastejo. Os cereais de inverno avaliados demonstram adequada recuperação à desfolhação para produção de altas quantidades de matéria seca desde que o período de pastejo não ultrapasse quatro semanas. Em pastejos de cinco, seis, sete e oito semanas, ocorre queda na produção de matéria seca para todas as culturas. Há aumento no rendimento de grãos dos cereais de inverno em períodos de pastejo menores (uma, duas, três e quatro semanas) em relação aos não pastejados. Esta resposta ocorre pela redução do acamamento e menor altura do meristema apical das plantas. Ocorre redução no rendimento de grãos a partir de cinco semanas de pastejo, acompanhando o declínio do número de espigas por área, de espiguetas por espiga e de grãos por espiga. O pastejo controlado até quatro semanas em tritcale e aveia branca e duas semanas em trigo estimula a produção de matéria seca e ainda permite maior produção de grãos que as plantas não pastejadas, além de promover oportunidade para produção animal, demonstrando a alta aptidão destas cultivares ao sistema de duplo propósito.

Palavras-chave: desfolhação, sistema de duplo propósito, *Avena sativa* L., *Triticum aestivum*, X. *Triticosecale* Witt.

## ABSTRACT

To quantify defoliation effects resulting from several grazing periods with cattle on winter cereals an experiment was run at Experimental Station of Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária in Guarapuava, Paraná State, Brazil, from april to november of 1999. The specific objectives were to evaluate forage and grain production potencial of wheat (*Triticum aestivum*), white oat (*Avena sativa* L.) and triticale (*X. Triticosecale* Witt.) on different grazing periods as well as to identify the maximum weeks number of grazing in order to allow good forage harvest by animals without reducing grain production. In a split plot experimental design 9 treatments with 3 replicates were used. For cultivars wheat BRS 176, white oat FAPA 2 and triticale IAPAR 23, the treatments were: without grazing and grazing lasting 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8 weeks. The three cereals evaluated showed good leaf area reposition after grazing resulting in high dry matter production since grazing period had not lasted more than 4 weeks. From 5, 6, 7 and 8 weeks of grazing occurred reduction in dry matter production for all the cereals. For grazing periods from 1, 2, 3 and 4 weeks all cereals showed grain yield increase in relation was to without grazing, as a result of shorter apical meristem height and reduced laying. From 5 to 8 weeks of grazing defoliations the grain yield reduction was the result of reduced spike number per area, reduced spikelets number per spike and reduced grain number per spike. Controlled grazing up to 4 weeks period for triticale and white oat and up to 2 weeks period for wheat result in a good dry matter production which allowed satisfactory animal and grain production demonstrating that these cultivars have high potential for double purpose use.

Key words: defoliation, double purpose system, *Avena sativa* L., *Triticum aestivum*, *X. Triticosecale* Witt.

## 1 INTRODUÇÃO

Aproximadamente seis milhões de hectares foram semeados no Paraná, na safra 1995/1996, para produção de grãos de verão, principalmente soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*), segundo dados da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB, 2002). Devido à baixa rentabilidade com a exploração de cereais de inverno e à ausência de outras alternativas de produção, apenas 13% desta mesma área foram utilizadas no inverno, com culturas rentáveis. Nos 87% da área restante foram plantadas principalmente culturas protetoras de solo ou então deixadas em pousio. Já na safra 1999/2000, a proporção de área cultivada com cereais de inverno aumentou com relação à área cultivada por culturas de verão, atingindo cerca de 20%. Porém, ainda é substancial a área que permanece em pousio ou com culturas de cobertura de inverno no Estado do Paraná.

A incorporação de novas tecnologias de manejo, práticas culturais, defensivos agrícolas e material genético tem sido muito dinâmica, tornando possível sistemas mistos de produção. Entretanto, em consequência das grandes variações climáticas ocorridas na região Sul do Estado do Paraná, durante o período de inverno, tem-se observado, com frequência, uma série de frustrações de safras. Além desse fator, o grande período que o solo fica descoberto após as colheitas de verão tem favorecido a erosão hídrica dos solos. Também, em anos favoráveis para as culturas de inverno, não raramente, tem-se constatado crescimento vegetativo exuberante, ocasionando altos índices de acamamento. Na cultura da aveia branca (*Avena sativa* L.), por exemplo, tem-se registrado perdas significativas na produção de grãos e prejuízos na qualidade dos mesmos em função de lavouras acamadas (Del Duca e Fontaneli, 1995).

A disponibilidade de forragem para alimentação animal oscila durante o ano na região Sul do Brasil devido à produção estacional das pastagens, as quais são formadas por espécies forrageiras cujo crescimento se expressa nas estações mais quentes do ano. Então, enquanto na primavera e verão ocorre alta disponibilidade, no inverno ocorre drástica carência de alimentos devido às baixas temperaturas e/ou seca. Em razão disso, segundo Bona Filho (2002), nos meses de abril a outubro, os animais não conseguem consumir forragens em quantidade e qualidade suficientes para atender suas necessidades nutricionais, provocando perda de peso.

Devido à baixa rentabilidade oferecida, nos últimos anos, pelas culturas de trigo (*Triticum aestivum*), aveia branca (*Avena sativa* L.), cevada (*Hordeum vulgare* L.), centeio (*Secale cereale* L.) e triticales (*X. Triticosecale* Witt.) e o desenvolvimento de cultivares de cereais de inverno com ciclos vegetativos mais longos, com aptidão forrageira, tem sido estimulado trabalhos para utilização simultânea (forragem e grãos) destes cereais. Em decorrência disto, tem crescido, nas regiões produtoras de cereais, a integração lavoura-pecuária, principalmente com a terminação de bovinos e a incorporação da atividade leiteira. Essa visão mais abrangente da propriedade agrícola abre a oportunidade para que cereais de inverno com período vegetativo longo possam fornecer forragem verde no período crítico de carência alimentar no inverno e ainda produzir grãos (Del Duca e Fontaneli, 1995).

De acordo com Dann *et al.* (1997), o sistema de integração lavoura-pecuária busca conciliar as atividades agrícola e pecuária, que participam integradas no sistema, de modo a obter alta produtividade animal e de grãos por meio da rotação. A utilização de cereais de inverno de duplo propósito, dentro deste sistema, pode-se constituir numa importante ferramenta de diversificação e composição da renda da propriedade. Nas áreas destinadas às lavouras de verão, durante o inverno, pode-se trabalhar com diferentes culturas de cereais de inverno, tanto para utilização exclusiva na forma de forragem como para produção de grãos.

Atualmente, ainda são poucos os estudos sobre sistema de duplo propósito no Estado do Paraná e no Brasil. Essa situação também é retratada em nível mundial, onde grande parte dos trabalhos com duplo propósito estão concentrados, principalmente, em regiões específicas dos Estados Unidos, onde são direcionados para a cultura do trigo. Alguns estudos foram publicados para outros cereais de inverno de duplo propósito (triticales, aveia, centeio) em outros países, porém, em número limitado. Além da restrição geográfica, observa-se a limitação dos trabalhos na discussão do sistema como um todo e no estudo dos processos fisiológicos da planta em resposta à produção de forragem e de grãos. Os resultados encontrados são apenas descritivos e, na grande maioria, sob sistema de corte, sem a presença do animal no processo de desfolhação.

Neste sentido, a fim de que a atividade de integração lavoura-pecuária contribua efetivamente para uma exploração mais racional do potencial da propriedade, torna-se necessário um estudo mais aprofundado das culturas de inverno a serem utilizadas, bem como do manejo a ser adotado no sistema de duplo propósito. Portanto, reveste-se de importância estudos que abordem as interações solo-planta-animal, pois por meio desse conhecimento será possível estabelecer sistemas mais produtivos e com melhor resultado econômico, garantindo a sustentabilidade do sistema de cereais de inverno.

O objetivo desse trabalho foi quantificar os efeitos da desfolhação resultante de diferentes períodos de pastejo em cereais de inverno. Como objetivos específicos pretendeu-se avaliar o potencial forrageiro e granífero de trigo (*Triticum aestivum*) cultivar BRS 176, aveia branca (*Avena sativa* L.) cultivar FAPA 2 e triticales (*X. Triticosecale* Witt.) cultivar IAPAR 23 em diferentes períodos de pastejo, além de determinar qual o período máximo de permanência dos animais em pastejo que possibilitasse colheita de forragem sem afetar a produção de grãos. O estudo foi baseado na hipótese de que a presença do animal, em maior ou menor período de duração, e sua ação por meio do pastejo alteram as características morfológicas das plantas como número de perfilhos por planta e altura do meristema apical e afetam o rendimento de grãos de aveia, triticales e trigo.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O SISTEMA DE DUPLO PROPÓSITO

#### 2.1.1 Caracterização do sistema de duplo propósito

O sistema de duplo propósito visa a utilização simultânea de forragem e produção de grãos, no mesmo ciclo da cultura. Assim, os cereais de inverno com período vegetativo longo passam a fornecer forragem no período de inverno e ainda produzem grãos (Del Duca e Fontaneli, 1995).

O manejo dos cereais de inverno para duplo propósito, principalmente o trigo, é uma prática muito utilizada em países como os Estados Unidos (Kansas, Novo México, Colorado, Oklahoma), Austrália, Argentina, Índia, Marrocos, Paquistão, Síria e Uruguai (Winter e Thompson, 1990; Díaz-Rosello *et al.*, 1993; Redmon *et al.*, 1995; Winter e Musick, 1991; Epplin *et al.*, 2000; Arzadum *et al.*, 2003). Porém, a restrição de informações detalhadas e específicas sobre o manejo dos cereais de inverno quando submetidos ao duplo propósito, tanto no Brasil como no mundo, dificulta a implantação e a prática do sistema.

Várias etapas ainda devem ser estudadas, desde a implantação das culturas até a produção de grãos, pois diferentes respostas são obtidas pela variação de clima, local e práticas de manejo como escolha de cultivares, data e densidade de semeadura, período de pastejo, entre outros. Existem restritos trabalhos com aveia branca para duplo propósito no Brasil, devido à tradição desta cultura apenas como produtora de forragem. Os estudos publicados com trigo e triticale concentram-se na região Sul do país, e, a maioria deles, sem aprofundamento na discussão dos resultados e com ausência de animais como instrumentos de desfolhação.

Devido a grande variabilidade dos preços, nos últimos anos, dos cereais de inverno e dos produtos pecuários (carne, leite, lã), quando incorporados no sistema de duplo propósito na propriedade, o produtor tem a oportunidade de priorizar a colheita de forragem ou de grãos em função das tendências de mercado futuro. Se o preço dos grãos dos cereais está mais favorável, a produção deste é priorizada. A decisão em efetuar o pastejo por períodos

mais curtos a fim de favorecer uma maior produtividade de grãos ou não realizar o pastejo fica por conta da disponibilidade de forragem nas demais áreas a fim de atender as exigências nutricionais dos animais da propriedade. Se o preço dos grãos tender à redução, se prioriza a produção de forragem a fim de conversão em produto animal (carne, leite) em detrimento da produção de grãos. Neste sentido, os animais podem permanecer nas áreas de cereais de inverno por períodos mais longos de tempo, possibilitando, assim, maior ganho animal (Bonachela *et al.*, 1995).

De acordo com Arzadum *et al.* (2003), o uso dos cereais para duplo propósito não só complementa a produção de forragem, como também permite ampliar as áreas de pastagem, sem interferir na rotação de cultura estabelecida, tornando possível uma oferta regular de forragem, mesmo em anos com condições climáticas desfavoráveis.

A utilização de cereais de inverno para alimentação animal pode tornar viável a terminação de bovinos e a suplementação alimentar para os animais no período de inverno, aumentando, desta forma, a oferta de carne e leite durante este período e garantindo maior renda para os produtores (Del Duca e Fontaneli, 1995).

O pastejo apresenta efeitos indiretos benéficos ao modificar o ciclo das culturas de cereais eliminando o crescimento vegetativo excessivo em semeaduras precoces em anos com boas condições climáticas. Isto permite evitar danos por geadas tardias pelo atraso na floração e reduzir a incidência de doenças. Além disso, permite que o solo permaneça com cobertura vegetal a maior parte do ano, reduzindo os riscos de erosão, bem como pode melhorar a qualidade e a produtividade dos cereais de inverno pela redução dos níveis de acamamento (Winter e Musick, 1991).

A utilização de sistemas integrados pastagens/culturas tem mostrado resultados significativos quanto ao aumento na produtividade dos cereais e no número de animais por unidade de área, além de proporcionar melhor proteção ao solo (Puckridge e French, 1983).

Winter e Musick (1991) afirmam que os benefícios econômicos da diversificação das propriedades por meio da integração lavoura-pecuária permitem o aumento na rentabilidade do sistema, a diminuição da dependência dos produtores dos cultivos de grãos de inverno e a redução de riscos de inviabilização do negócio agrícola.

## 2.1.2 Implantação do sistema

### 2.1.2.1 Época de semeadura

O efeito da época de semeadura na produtividade dos cereais de inverno decorre da maior ou menor interação da planta com o ambiente. Como consequência, a diversificação de épocas de semeadura pode influir nos efeitos do clima sobre o rendimento dos cereais (Wendt *et al.*, 1991).

Segundo Holt (1992), à medida que se atrasa a semeadura, se reduz a produção de forragem por diminuição da temperatura na fase inicial. Para a região Sul do Brasil, a melhor época de semeadura, para explorar a dupla aptidão dos cereais, seriam os meses de março a maio. O potencial de aumento na produção de grãos de cereais em semeadura no início do outono foi observado por Wendt *et al.* (1991), onde a maior produção de grãos foi obtida na data mais precoce de semeadura (24 de abril).

Na região de Guarapuava, não há resultados de pesquisa que indiquem qual a época de semeadura ideal para cereais de inverno utilizados para duplo propósito. Antecipa-se, dessa maneira, o período de semeadura para aveia branca, trigo e triticale de duplo propósito em aproximadamente cinco semanas em relação ao período recomendado para semeadura de plantas destinadas apenas à produção de grãos (01 de junho a 10 de julho para trigo e triticale e 01 de junho a 30 de julho para aveia branca), como citado por Davalos (1998), EMBRAPA (2003) e Scheeren (1984).

Na região tritícola dos Estados Unidos, a semeadura do trigo para forragem e grão também é realizada de três a quatro semanas antes do trigo plantado apenas para produção de grãos. Segundo Garbini (1974), o atraso na data de semeadura significa uma diminuição no rendimento de forragem verde em mais de 50%.

Mundstock (1999) cita que a antecipação da semeadura (duas a quatro semanas) permite que a planta estenda o período vegetativo (até o afilhamento), produzindo mais folhas e, especialmente, mais perfilhos. O pastejo também retarda o surgimento das estruturas florais. Porém, a utilização de cultivares de ciclo curto implica em altos riscos de perdas por geadas nos períodos críticos da cultura (florescimento e enchimento de grãos) nos meses de agosto e setembro.

### 2.1.2.2 Densidade de semeadura

O aumento da densidade de semeadura e diminuição do espaçamento entre linhas incrementa a produção de forragem de forma significativa. Segundo Altier (1983) e Mundstock (1999), as maiores taxas de perfilhos, nas densidades baixas, não compensam totalmente as deficiências iniciais de plantas para produção de forragem no cedo, pois, quando a área é pastejada, ocorre morte de perfilhos por ação do processo. De acordo com estes autores, portanto, é necessária a utilização de uma quantidade de semente maior (30 a 40%) quando comparado com um sistema para produção somente de grãos.

A densidade de semeadura recomendada para triticle e trigo, destinados à produção de grãos, é de  $160 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Quando submetidos ao duplo propósito, na região de Guarapuava, utiliza-se, em média, para esses cereais,  $210 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Para aveia branca, o aumento na densidade de sementes ocorre de 60 para  $100 \text{ kg.ha}^{-1}$ , em média (Davalos, 1998; EMBRAPA, 2003; Scheeren, 1984). O espaçamento entre linhas utilizado no sistema de dupla aptidão dos cereais nesta região é o mesmo recomendado para produção de grãos, sem dados de pesquisa que indiquem a necessidade de redução no espaçamento entre linhas.

### 2.1.2.3 Variedades

As variedades mais apropriadas para a introdução no sistema de duplo propósito são aquelas que apresentam características forrageiras, com razoável rendimento de grãos. A rápida disponibilidade de forragem é um dos objetivos das centrais de melhoramento que lançam cultivares no mercado, combinando características tais como rápido estabelecimento, alta capacidade de perfilhamento e hábito de crescimento ereto a semiereto (Rebuffo, 2001).

Segundo Mundstock (1999), as variedades de ciclo longo são preferidas nesse sistema devido ao longo tempo que permanecem na fase vegetativa, com maior produção de massa verde. Del Duca e Fontaneli (1995) relatam que, no Sul do Brasil, as plantas de cereais de inverno mudam prematuramente a fase vegetativa para a fase reprodutiva, com um tempo reduzido para diferenciar flores e espiguetas, limitando o número total de sementes por espiga. Assim, a fase reprodutiva (iniciação de anteras e ovários) das plantas submetidas a duplo propósito seria provavelmente acelerada, não permitindo a diferenciação de grande número de flores. De acordo com estes autores, a seleção de

cultivares alternativas poderia ser a solução do problema da produção de cereais de inverno no Sul do Brasil, visando plantas que necessitassem de períodos frios mais longos para mudar da fase vegetativa para a reprodutiva. Além disso, o florescimento mais tardio seria útil para escapar a danos por geada na época de espigamento. A obtenção de cultivares com ciclo vegetativo tardio e o plantio antecipado contribuem para uma maior estabilidade de rendimento na lavoura, por meio da diversificação de cultivares e épocas de plantio, minimizando prejuízos decorrentes de frustrações de safra.

#### 2.1.2.4 Fatores ambientais

Os fatores ambientais determinam o potencial de produção de forragem e de grãos por meio da temperatura, precipitação, luminosidade e fertilidade do solo, exercendo um efeito direto no crescimento da planta pela regulação dos processos de divisão e alongação celular (Almeida *et al.*, 1998).

A temperatura é a variável que mais freqüentemente tem restringido a produção de forragem e grãos de cereais de inverno, pois é o fator do ambiente que determina a extensão do ciclo, quando o fator água não é limitante. Durante o cultivo, as temperaturas devem estar na faixa em que há acumulação líquida de carbono, isto é, em que a fixação de dióxido de carbono supera sua perda pela respiração (10 a 24°C). Se as temperaturas estão mais próximas do mínimo, o ciclo se estende e há um melhor desenvolvimento dos órgãos da planta. No outro extremo, o desenvolvimento é acelerado e o tamanho dos órgãos é reduzido. Por esta razão, a planta necessita de um número mínimo de dias entre a emergência e a colheita para produzir rendimentos aceitáveis (Mundstock, 1999).

Garcia (1989) afirma que a temperatura também afeta a taxa de crescimento e de desenvolvimento da planta e pode determinar a mudança de um estágio para outro. Esse fator ambiental tem grande influência nas taxas de fotossíntese, respiração e absorção de nutrientes, bem como aparecimento e expansão foliar, perfilhamento e extensão das raízes, além de afetar significativamente a taxa de desenvolvimento dos tecidos meristemáticos.

A precipitação pluviométrica é outro fator ambiental que afeta de forma direta o crescimento e produtividade dos cereais de inverno. Quando há limitação de água, em qualquer estágio do desenvolvimento, a planta realiza compensações necessárias que se refletem na redução no rendimento de grãos (Horn *et al.*, 1994).

Segundo Pumphrey (1970), alguns estádios do desenvolvimento como germinação da semente, iniciação do florescimento, duração do florescimento e alongação do colmo são

controlados pela resposta das plantas à intensidade e duração de luz. O fotoperíodo é capaz de estender o ciclo vegetativo dos cereais de inverno, pois, associado com a temperatura, induz a formação das estruturas florais da planta.

O crescimento da planta também tem relação direta com a disponibilidade de nutrientes do solo. Quanto maior o suprimento destes, mais produtiva será a planta, dentro dos limites fixados geneticamente (Valentine e Matthew, 1999).

Em decorrência disto, a seleção de cultivares, bem como a determinação da época e densidade de semeadura dos cereais de inverno para duplo propósito devem ser determinados levando em consideração as possíveis variações destes fatores ambientais, a fim de maximizar o sistema de produção de forragem e de grãos.

### 2.1.3 Manejo da desfolhação

O manejo da desfolhação (momento, frequência e intensidade de pastejo) é o fator mais relevante e o de maior efeito na produção de forragem. A produção total de forragem aumenta com maiores intervalos entre pastejos, com maior número de pastejos (German, 1983) e com menor intensidade de pastejos (Cook e Lovett, 1974).

Uma vez finalizado o pastejo, a possibilidade de voltar a produzir forragem mais rapidamente vai depender da velocidade de rebrota do cultivo. Esta rebrota ocorre às expensas das reservas de carboidratos que se encontram geralmente nos entrenós basais (Millot, 1981) e na base das bainhas foliares das plantas (Sprague, 1984). Cook e Lovett (1974) comentam que esses órgãos são responsáveis pela retomada do crescimento nos primeiros dias seguintes ao pastejo, até que a fotossíntese seja novamente a principal fornecedora de energia. A velocidade de rebrota vai depender da frequência, do momento e intensidade de pastejo (Holt, 1992), sendo que estes dois últimos determinarão a área foliar remanescente (Dunphy *et al.*, 1984).

Quanto maior for a intensidade de pastejo, maior será o intervalo entre eles, pois a cultura exigirá maior período para recomeçar o crescimento tendo em vista as perdas de reservas pelo pastejo anterior (Cook e Lovett, 1974). Já Gardner e Wiggans (1980) citam que a remoção do ápice determinará a velocidade de rebrota devido à maior exigência por nutrientes para formar um novo afilho.

Uma grande porção de fotoassimilados usados na formação dos perfilhos é proveniente da folha bandeira, e trabalhos têm mostrado boa correlação entre a produção de grãos de trigo e o tamanho e duração da área fotossintética abaixo da folha bandeira.

Quando a área foliar superior for reduzida através da total ou parcial desfolhação, a contribuição das folhas abaixo dela torna-se importante. Trent *et al.* (1988) observaram que, quando o trigo está crescendo para forragem ou para grãos, a área foliar que permanece após a desfolhação pode ser importante na determinação do subsequente crescimento da forrageira. Segundo estes autores, é necessária a rápida regeneração da área foliar para estabelecer uma capacidade fotossintética suficiente a fim de suportar a máxima produção de grãos.

A desfolhação de cereais de inverno pode ser usada com boas vantagens sem perdas na produção de grãos quando os cereais forem moderadamente pastejados/cortados; quando perdas por acamamento forem evitadas e quando as condições ambientais não provocarem estresse na planta além dos níveis de estresse induzidos pelo pastejo (Royo *et al.*, 1994).

Os cereais, quando desfolhados, apresentam sensível redução na altura (Ase, 1975; Altier, 1983) e diminuição ou eliminação do acamamento, conforme dados relatados por Altier (1983) e Grewal e Kler (1987). A redução da altura se deve principalmente à redução no comprimento dos entrenós basais e é maior quanto mais tarde é efetuado o pastejo (Grewal e Kler, 1987; Winter e Thompson, 1990) e quanto maior for o número e intensidade de desfolha (Winter *et al.*, 1990; Winter e Musik, 1991). Assim, se elimina ou se reduz a intensidade de acamamento quando as condições climáticas são favoráveis, devido ao cultivo apresentar colmos mais curtos e espigas menores.

O acamamento pode ser o maior fator na redução da produção de grãos em cultivares de cereais de porte mais alto. Holt (1992) investigou fatores envolvidos com acamamento em cereais de grãos e sugeriram aspectos de manejo da cultura associados com fatores ambientais que poderiam levar à redução do acamamento. Ele sugeriu que o corte do trigo tende a reduzir ambos altura e número de colmos e tende a prevenir o acamamento quando comparado a áreas não cortadas. Constatou também que a redução na altura do colmo leva à redução na produção de grãos.

Winter e Thompson (1990) relataram que a redução no índice de área foliar e na biomassa em trigo semi-anão foi compensada com o aumento do número de espigas por planta. De acordo com estes autores, em condições adequadas de crescimento ocorreu acamamento. As cultivares acamaram, no tratamento sem pastejo, 58 a 85% quando a altura das plantas excedeu 0,93 m. Nos tratamentos com pastejo, o acamamento não excedeu 7% e a altura de planta do trigo ficou entre 0,79 e 0,83 m. Portanto, o corte ou pastejo de trigo durante um ano propício ao acamamento tende a manter ou aumentar a produção de grãos quando comparado com parcelas não pastejadas. Entretanto, variações

no clima, hábito de crescimento, práticas culturais, e/ou manejo resulta em contraste nos resultados.

De acordo com Redmon *et al.* (1995), com respeito às variáveis momento, frequência e intensidade de pastejo, pode-se inferir que: a) o atraso na desfolhação afeta bastante o rendimento de grãos; as desfolhas tardias reduziram à metade o rendimento de grãos quando comparadas com as desfolhas do cedo; b) as intensidades de desfolha parecem não reduzir o rendimento de grãos como as desfolhas tardias; c) a desfolha contínua reduz de forma moderada o rendimento de grãos.

#### 2.1.4 Resposta da planta à desfolhação

As plantas ajustam-se às condições de desfolhação crônica e à redução na taxa de fotossíntese de toda a planta pela alteração da alocação de recursos fotossintéticos e redução relativa das taxas de crescimento. Em contraste, um período de modificação das funções fisiológicas acompanha a desfolhação das plantas por herbívoros, seguido pela recuperação das funções da planta (Briske e Richards, 1995).

##### 2.1.4.1 Intensidade de desfolhação e tipo de tecido removido

Segundo Richards (1993), a quantidade e tipo de tecido removido, o momento em que ocorre a perda em relação ao desenvolvimento da planta e o ambiente predominante são fatores importantes na determinação do impacto de desfolhação em plantas. A idade e o tipo de tecido removido influenciam na velocidade de recuperação da planta.

Em pastagens desfolhadas severamente, a taxa de fotossíntese do dossel é reduzida substancialmente pela desfolhação e há uma considerável demora antes que a taxa máxima de fotossíntese seja recuperada. Em desfolhações menos severas, há menor redução da taxa de fotossíntese pela desfolhação e a taxa máxima de fotossíntese é recuperada mais brevemente. Entretanto, a severidade de desfolhação tem efeito similar na taxa de morte de tecidos (Parsons *et al.*, 1988).

De acordo com Humphreys (1997), o grau de remoção dos tecidos foliares determina a situação do índice de área foliar residual, o qual influencia se a parte aérea continua a ser fotossinteticamente auto-suficiente e se a desfolhação induz a falta de carboidratos. A remoção de folhas jovens, as quais possuem maior capacidade fotossintética em relação às



folhas mais velhas, é prejudicial para o crescimento da pastagem e os animais pastejando seletivamente removem folhas jovens acessíveis. A remoção do topo do dossel, segundo este autor, pode expor as folhas mais velhas na parte mais baixa do dossel; se elas foram desenvolvidas na sombra pode-se esperar alta área foliar específica, mas capacidade fotossintética reduzida.

Milthorpe e Davidson (1966) citam, por sua vez, que em plantas jovens o crescimento após a desfolhação é proporcional à quantidade de tecidos remanescentes e a remoção dessas porções não afetam intensamente a taxa de crescimento posterior. O ápice da planta normalmente não é removido pelo pastejo neste estágio. A taxa de produção de perfilhos parece depender, principalmente, do fornecimento de carboidratos/nitrogênio, e a desfolhação resulta em um transitório retardo da produção de perfilhos. Segundo os mesmos autores, a redução da fotossíntese na planta após a desfolhação não é necessariamente proporcional à área foliar ou biomassa removida devido a modificações associadas ao microclima do dossel, a desigual contribuição fotossintética de folhas de várias idades e, em alguns casos, fotossíntese compensatória. A fotossíntese do dossel é reduzida em proporção de área foliar removida devido à baixa capacidade fotossintética das folhas remanescentes mais velhas.

Ao contrário, Briske e Richards (1995) comentam que se uma alta proporção de folhas jovens permanece na planta após a desfolhação, a redução na fotossíntese do dossel é diretamente relatada à quantidade de área foliar removida. Conseqüentemente, as medidas de fotossíntese do dossel estão mais fortemente correlacionadas com o potencial de rebrote do que as medidas da fotossíntese da folha individual.

#### 2.1.4.2 Restabelecimento da capacidade fotossintética

De acordo com Humphreys (1997), a resistência da planta à desfolhação está ligada ao rápido restabelecimento da capacidade fotossintética através da expansão da área foliar. Isto resulta de várias ligações ou caminhos alternativos como a retenção da área foliar residual após a desfolhação, alta densidade de meristemas residuais, atividade dos meristemas e a alocação dos assimilados para novas folhas mais do que para raízes e coroa.

A quantidade de área fotossintética residual ou a presença de meristemas ativos após a desfolhação pode ser de igual ou maior consequência na determinação do potencial de rebrote de folhas de gramíneas e outras espécies forrageiras (Briske e Richards, 1995).

Já segundo Humphreys (1997), a restauração da área foliar superficial após a desfolhação e sua subsequente manutenção depende do balanço dentro da sequência de desenvolvimento: densidade residual de meristemas e sua ativação para determinar a densidade de colmos, taxa de aparecimento de folhas em colmos individuais, elevação de folhas no dossel e tamanho no qual a lâmina atinge, capacidade fotossintética das folhas durante a sua vida e taxa de senescência.

O crescimento da planta, após a desfolhação, é mais rápido quando depende do meristema intercalar e torna-se mais lento via meristema apical e axilar. O restabelecimento do dossel é reduzido quando uma grande proporção de meristemas ativos é removida pela desfolhação. A contribuição das fontes meristemáticas para o crescimento da planta varia entre espécies e é influenciado pelo ambiente e estágio de desenvolvimento fenológico da planta (Briske e Richards, 1995).

A questão crucial, de acordo com Briske e Richards (1995) é a duração do período após a desfolhação severa antes que a parte aérea torne-se fotossinteticamente independente. Para pastagens com meristemas ativos e folhas verdes abaixo do nível de desfolhação este período é zero, e se estende de zero para três a seis dias se a desfolhação for extrema.

Os efeitos da redução da fotossíntese do dossel imediatamente após a desfolhação são rapidamente propagados através da planta, segundo Chapman e Lemaire (1993). A alongação das raízes cessa dentro de 24 horas após a remoção de aproximadamente 50% ou mais do sistema da parte aérea e a mortalidade e decomposição das raízes pode iniciar em 36 a 48 horas. A respiração das raízes e aquisição de nutrientes também é reduzida após a desfolhação, mas em menor extensão que o crescimento das mesmas. A respiração das raízes começa a diminuir substancialmente dentro de 24 horas após a desfolhação.

De acordo com Briske e Richards (1995), a rápida redução na absorção de nutrientes é concomitante com a redução na respiração da raiz após a desfolhação. A disponibilidade de carboidratos dentro das raízes é reduzida após a desfolhação, em resposta à redução da fotossíntese da planta inteira e a alocação preferencial de carbono fotossintético para gemas-demandas ativos. Com isso, a absorção de nitrato diminui para menos de 40% da taxa de pré-desfolhação dentro de duas horas após a desfolhação. A rápida redução na respiração das raízes e absorção de nutrientes após a desfolhação das plantas é proporcional a intensidade de desfolhação.

Em plantas adaptadas a ambientes de baixa fertilidade, o crescimento de raízes não é reduzido até que as plantas sejam submetidas a duas ou mais desfolhações sucessivas. A

respiração e absorção de nutrientes são mantidas ou aumentadas após a desfolhação dessas plantas com nutrientes limitados (Chapman e Lemaire, 1993).

#### 2.1.4.3 Relocação de fotoassimilados

O aumento na exportação de carbono dos tecidos fonte e maior alocação de carbono para o rápido crescimento da parte aérea são processos compensatórios que promovem restabelecimento do dossel pela manutenção do carbono disponível para meristemas aéreos e podem ocorrer dentro de horas após a desfolhação (Briske e Richards, 1995).

Humphreys (1997), comenta que o nível de reserva de carboidratos na planta é um fator na determinação da taxa de rebrote nos primeiros dias (zero a quatro dias) após a desfolhação severa. A contribuição do carbono das reservas excede o carbono fotossinteticamente produzido apenas dois dias após a desfolhação.

A reorganização da alocação do carbono prioritário é controlada pela demanda por meio da relação fonte-demanda ou sinais hormonais após a desfolhação. Quando o crescimento das demandas aéreas está ausente ou limitado, o carbono disponível é alocado para demandas alternativas, incluindo raízes e sítios armazenadores na bainha e base do colmo em gramíneas (Chapman e Lemaire, 1993). Segundo Richards (1993), a disponibilidade de meristemas apicais e intercalares ativos após a desfolhação estabelece alta prioridade de demandas, os quais seqüestram o carbono fotossintético produzido ou os componentes de reserva localizados na base do caule ou em bainhas.

Este mesmo autor cita que a alocação de carbono entre ramos ou caules conectados na planta é rapidamente modificada quando uma porção do sistema aéreo permanece sem desfolhação ou é desfolhado em menor proporção que a parte remanescente da planta. O carbono alocado de perfilhos principais não desfolhados para perfilhos secundários desfolhados aumenta em 10 a 84 horas após a desfolhação e diminui quando os perfilhos secundários restabelecem sua própria capacidade fotossintética. A alocação de carbono, nitrogênio e outros recursos de perfilhos não desfolhados para desfolhados dentro da planta pode promover um mecanismo potencial de tolerância a herbívoros pela facilidade de sobrevivência e crescimento de perfilhos após a desfolhação.

Segundo resultados obtidos por Harry (1976), a indução de perfilhos inicia-se, freqüentemente, dentro de duas a três semanas de desfolhação e é mais intensa após remoção parcial do dossel. Os perfilhos de ordem mais elevada contribuem pouco para o rendimento da planta e atuam como demandas de fotoassimilados. Porém, os perfilhos não

sobreviventes translocam uma proporção substancial de fotoassimilados para o colmo principal e contribuem, com isso, para o rendimento de grãos. Portanto, o perfilhamento em qualquer nível da planta é importante para o rendimento de grãos.

#### 2.1.4.4 Fotossíntese compensatória

Segundo Briske e Richards (1995), a taxa fotossintética de plantas desfolhadas é freqüentemente mais alta que aquelas da mesma idade de plantas não-desfolhadas. Esta resposta, que se desenvolve sobre um período de vários dias após a desfolhação, é denominada fotossíntese compensatória e tem sido documentada para folhas maduras e expandidas, remanescentes da desfolhação de plantas e folhas que são produzidas durante o rebrote. A fotossíntese compensatória se origina de um rejuvenescimento de folhas e/ou uma inibição do declínio da capacidade fotossintética que normalmente ocorre com a idade e senescência das folhas.

Humphreys (1997) comenta que a maior eficiência fotossintética surge do aumento da capacidade fotossintética do mesófilo foliar ou da conductância estomatal, devido a uma mudança na relação fonte-demanda e transporte de substâncias (como a citocinina) de raízes para folhas de plantas desfolhadas. Ao contrário, Dunphy *et al.* (1982) afirmam que a fotossíntese compensatória ocorre em resposta a modificações na intensidade e qualidade na luz ambiente que atingem as folhas remanescentes, tornando possível que plantas desfolhadas fixem mais carbono que se a taxa fotossintética fosse mantida a níveis comparáveis com plantas não-desfolhadas.

#### 2.1.5 Momento final da desfolhação

Os cereais de inverno podem ajustar rapidamente a área foliar reprodutiva e biomassa da planta após o pastejo, mas sua resposta depende do estágio de desenvolvimento vegetativo bem como a duração e severidade da desfolhação (Christiansen *et al.*, 1989).

Redmon *et al.* (1995) comentam que uma fonte de variabilidade entre os experimentos tem sido o tempo de colheita da forragem em relação ao estágio de desenvolvimento da planta. A maioria dos estudos tem detectado diferenças entre as cultivares quanto à produção de grãos após pastejo, entretanto, tem-se colhido forragens

descontinuamente para todas as cultivares por alguns dados arbitrários sem considerar o estágio de desenvolvimento da planta. Estes estudos têm mostrado freqüentemente resultados variáveis entre cultivares e de ano para ano.

O atraso na desfolhação afeta consideravelmente o rendimento de grãos. Em experimentos realizados por Ase (1975), Dunphy *et al.* (1982) e Morris e Gardner (1988), as desfolhações tardias (estádio de final de alongação) em trigo semi-anão reduziram o rendimento de grãos quando comparada com a desfolha do cedo (início de alongação).

De acordo com Chapman e Lemaire (1993), o meristema apical das gramíneas está posicionado na superfície do solo e encontra-se inacessível ao pastejo animal e imune ao dano quando a planta está em início de desenvolvimento. Novas folhas podem continuar sendo produzidas do meristema apical sob desfolhação regular repetitiva. Adicionalmente, a região meristemática das folhas individuais está localizada na base das folhas e novo material foliar pode continuar a crescer se partes da mesma folha forem removidas pelo pastejo. No início do crescimento reprodutivo, ocorre elevação do meristema apical a horizontes de pastejo pela alongação do colmo. A remoção do ápice pelo pastejo animal induz a persistência da planta pelo rebrote de perfilhos existentes ou a iniciação de novos perfilhos pelos meristemas basais. Os meristemas basais são ativados pela indução hormonal e pela exposição a maiores intensidades luminosas.

Segundo Milthorpe e Davidson (1966), a dominância apical define o processo fisiológico pelo qual o meristema apical exerce regulação hormonal sobre o crescimento dos meristemas basais. O conceito de dominância apical e o fornecimento de hormônios específicos explicam, em parte, a taxa de aparecimento de perfilhos após a desfolhação.

A alongação é o estágio de desenvolvimento crítico para determinação da data de retirada dos animais (Dunphy *et al.*, 1982; Winter e Thompson, 1987). Quando ocorre alongação do colmo, o meristema reprodutivo fica localizado acima do nó mais alto e o pastejo pode causar remoção destes meristemas. Neste caso, Mcrae (2003) afirma que pode ocorrer paralisação do crescimento ou morte da planta se novos perfilhos não forem formados por meio da ativação de meristemas axilares, reduzindo severamente a produção de forragem e de grãos.

Ao contrário, Mundstock (1999) comenta que os menores prejuízos à produção de grãos são conseguidos quando o pastejo é realizado no perfilhamento. Neste estágio, segundo o mesmo autor, ocorre retirada das folhas, uma vez que os pontos de crescimento estão logo abaixo da superfície do solo. A partir deste estágio, quanto mais tardiamente se fizer o pastejo, os prejuízos serão maiores. Neste caso, removem-se os pontos de crescimento que foram empurrados acima da superfície do solo pelo alongamento dos

entrenós. A recuperação da lavoura se torna difícil, pois é baseada nas inflorescências dos perfilhos.

A maioria do trigo de inverno nas Grandes Planícies do Sul dos Estados Unidos é pastejado durante o início da estação de crescimento, de acordo com Redmon *et al.* (1995). A utilização como forragem não afeta seriamente a produção de grãos de trigo se o pastejo for terminado antes da elongação. A diminuição da produção de grãos ocorreu mesmo sem a remoção dos meristemas apicais. Então, outros fatores além da remoção do meristema devem estar envolvidos neste processo.

Segundo Mcrae (2003), o momento final de pastejo e a intensidade de pastejo, em plantas destinadas à produção de grãos deveriam ser controlados pela posição do primórdio floral no colmo. Os animais deveriam ser removidos no estágio 30 da escala de Zadock. Redmon *et al.* (1996) relatam redução na produção de grãos quando o pastejo ultrapassou o primeiro estágio de elongação do colmo e consideraram este estágio como o período crítico para terminação do pastejo.

Na maioria dos casos, os animais são removidos do trigo logo após o perfilhamento quando há alongamento dos entrenós, pois quando o primórdio floral é removido pelo pastejo, o perfilho não irá desenvolver espiga. A planta de trigo é capaz de ajustar-se para remoção destes perfilhos excessivos pelo pastejo, se a remoção ocorre antes do período crítico do alongamento dos entrenós (Mcrae, 2003). Segundo Altier (1983), quanto mais precoce a variedade, mais cedo deve-se interromper o corte ou pastejo, para evitar diminuição no rendimento de grãos.

O dano mecânico que provoca o pastejo quando remove os ápices reprodutivos (Dunphy *et al.*, 1984; Garcia, 1989) afeta, não só o número final de espigas por unidade de superfície, como também o rendimento individual de cada espiga. Os perfilhos principais são de maior rendimento individual e também os de maior probabilidade de serem ceifados e/ou sofrerem danos de pisoteio por serem os primeiros a elevarem-se acima do solo e apresentarem maior altura. Os perfilhos secundários apresentam espigas de menor tamanho, com menor probabilidade de sobrevivência e, por se desenvolverem por menos tempo, apresentam um sistema radicular menos desenvolvido, superficial e suscetível a deficiência hídrica (Garcia, 1989).

Porém, segundo Sharrow e Motazedian (1987), a remoção dos ápices reprodutivos não é a única nem a mais importante causa da redução do rendimento de grãos. A redução na capacidade de produção de fotossintatos causa redução na produção de trigo. Estes autores revelam um mecanismo diferente da eliminação do meristema apical pelo pastejo (remoção de área foliar) como fator causal na redução da produção de grãos. Resultados de

pastejo tem sugerido que cultivares de trigo requerem o máximo de tecido fotossintético para atingir a máxima produção de grãos. Dando suporte a esta afirmação, cita-se o estudo realizado por Redmon *et al.* (1995) onde perdas de até 80% foram observadas mesmo quando os ápices não são removidos. Nesse sentido, o período que vai desde o final do pastejo até o florescimento é bastante crítico.

Quanto mais tarde é efetuada a desfolhação, mais incompleta será a recuperação do índice de área foliar que se dará em níveis inadequados no florescimento que é o momento mais crítico para a determinação do potencial de rendimento (Dunphy *et al.*, 1982; Winter e Thompson, 1987; Winter e Thompson, 1990).

Davidson *et al.* (1990) relatam que a duração da área foliar entre a elongação e a emissão das espigas é altamente afetada pela desfolhação. Este é um período extremamente crítico para a expressão do potencial de rendimento. Em menor medida, a duração da área foliar após a emissão da espiga também tem efeito no rendimento.

Dunphy *et al.* (1982) examinaram fatores relacionados à redução da produção de grãos de trigo de inverno submetidos ao pastejo. Esses autores avaliaram estádios de desenvolvimento da planta no último corte (início, meio e final da elongação). Nos estádios intermediário e final da elongação, o corte proporcionou grande redução na produção de grãos. Relataram, ainda, uma redução no número de colmos e número de grãos por espiga nas datas de corte mais tardio. O corte no período de elongação poderia reduzir severamente a atividade fotossintética, devido à redução da área foliar quando a necessidade da planta por energia, associado com crescimento e reprodução são altos. A redução na capacidade de produção fotossintética causa redução na produção de grãos. A produção de grãos reduziu em 4% ( $2.309 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) quando o corte foi realizado no início do estádio de elongação e 84% ( $1.465 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) no final do estádio de elongação. Esse atraso no período de desfolhação geralmente resulta na redução da sobrevivência de perfilhos e redução do número de sementes por espiga, mas tem pouco efeito na média de peso de grãos.

Sob condições restritas de água e fertilizantes, se os cereais são pastejados durante a fase vegetativa, pode-se esperar baixa produção de grãos. Em semeadura de tritcale de primavera, Morris e Gardner (1988) observaram redução na produção de grãos de 9,6% ( $1.620 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) a 50,8% ( $885 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) na Georgia. A redução na produção de grãos é normalmente associada com a remoção do meristema apical.

Royo *et al.* (1994) concluíram que a data de semeadura afetou a produção de forragem de tritcale apenas quando o corte foi retardado até a fase de pseudocolmo ereto (escala de Zadoks, estágio 31) e teve efeito significativo na subsequente produção e peso de

grãos. A produção de grãos foi reduzida cerca de 16% ( $6.422 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) quando a forragem foi removida no estágio de detecção do primeiro nó (estádio 30) e 33% ( $5.058 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) próximo ao estágio 31. A produção de forragem aumentou quando o corte foi retardado, mas a qualidade da forragem diminuiu. Em locais de alta produtividade, o uso duplo não aumentou a produção econômica total da planta (forragem e/ou grãos), mas redistribuiu a biomassa da planta entre os dois produtos.

Desta forma, Royo e Tribo (1997) recomendam que a utilização de forragem em triticales se encerre no estágio de primeiro nó visível, a fim de minimizar a redução na produção de grãos devido à mortalidade de perfilhos e subsequente redução na área foliar fotossintética para suportar o crescimento reprodutivo com desfolhações tardias.

A recomendação para a região oeste do Texas, segundo Winter e Thompson (1990), a fim de evitar sérias perdas de produção é cessar o pastejo de trigo de inverno semi-anão até sete semanas antes do espigamento. A redução na produção de grãos, peso de perfilho e peso de semente em pastejo tardio, segundo estes autores, está associada à redução no índice de área foliar e de biomassa.

## 2.2 PRODUÇÃO ANIMAL

A integração lavoura-pecuária, além de permitir a otimização do uso da terra disponível da propriedade, promove maior produção forrageira no inverno pelo aumento das condições de fertilidade do solo. Esta maior produção de forragem de qualidade no período crítico promove maior capacidade de suporte das pastagens, o que resulta em maior produtividade animal por unidade de área.

A produção animal em pastagens de gramíneas de estação fria é dependente da relação entre o comportamento animal e os atributos da pastagem. Dentre as espécies cultivadas no inverno, segundo Moraes *et al.* (1995), os grandes contribuintes em termos de espécies forrageiras ficam por conta da aveia e do azevém. Segundo os mesmos autores, o azevém consagrou-se como grande opção pela sua facilidade de ressemeadura natural, resistência a doenças e bom potencial de produção de sementes, enquanto que a aveia apresenta bom aceite em áreas de integração lavoura-pecuária devido à alta produção de matéria seca e ciclo mais curto que não interfere na época de cultivo de lavouras de verão.

O ganho de peso médio diário dos animais tem grande importância nos sistemas de produção, pois determina a idade de entoure das fêmeas e de abate dos machos. Em sistemas mais intensivos, com maior qualidade de alimentação, maiores ganhos de peso



são alcançados. A faixa entre 0,50 a 0,75 kg de ganho de peso médio diário ao longo do ano é um desafio constante na produção animal em pastagens (Maraschin, 1986).

De acordo com Gomide (1994), o ganho de peso médio diário é dependente de fatores associados ao animal e à pastagem. Na pastagem, influenciam o valor nutritivo, composição botânica, estrutura da pastagem, palatabilidade e forragem disponível; no animal, o potencial genético, taxa de consumo e a eficiência de conversão do alimento consumido em produto animal. Já para Stuth (1990), uma boa produção animal depende da habilidade do animal em colher forragem de uma maneira efetiva e eficiente.

Em animais com potencial genético semelhante, o ganho por animal reflete a qualidade da dieta oferecida pela pastagem (Mott e Moore, 1985), sendo influenciado, principalmente, pela quantidade de matéria seca consumida, composição química e digestibilidade da forragem (Maraschin, 1986; Blaser, 1990). O consumo da matéria seca e a digestibilidade da forragem são, geralmente, correlacionados positivamente (Mott e Moore, 1985) e estes apresentam alta relação com o ganho de peso por animal (Euclides, 1994). O consumo diário de matéria seca nos bovinos é dependente, principalmente, do tamanho do animal, tipo de dieta, idade e condição corporal.

Trabalhos de pesquisa realizados por Assmman (2002) e Bona Filho (2002), demonstram que a lotação média para as pastagens de inverno, cultivadas em áreas agrícolas, encontram-se entre 3,5 e 4,5 unidades animais por hectare com respostas em ganho de peso acima de  $1,0 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ . Diante disto, e de acordo com o período de utilização das pastagens, pode ser esperado ganho de peso vivo por hectare que varia de 300 a 800 kg (Quadros e Maraschin, 1987; Moraes, 1991; Restle *et al.*, 1993; Coelho Filho e Quadros, 1995; Lustosa, 1998; Assmman, 2002; Bona Filho, 2002). Com estes ganhos de peso vivo, para um rendimento de carcaça de 50%, pode-se esperar produção de carcaça em  $\text{kg.ha}^{-1}$  que varia de 150 a 400 kg somente no período do inverno (período crítico), ou seja, 2,5 a 4 vezes superiores à média anual de  $100 \text{ kg.ha}^{-1}$  obtida para o Estado do Paraná, como citado por Assmman (2002).

No que diz respeito aos cereais de inverno, Roso *et al.* (2000) ao trabalharem com consórcio de pastagens de estação fria, apresentaram ganho médio diário de 0,669 kg em mistura de aveia e azevém, 0,800 kg em tritcale e azevém e 0,766 kg em centeio e azevém. Por área, apresentaram ganhos de 726, 803 e 754  $\text{kg.ha}^{-1}$  para consórcios de aveia e azevém, tritcale e azevém e centeio e azevém, respectivamente.

Lupatini *et al.* (1998) obtiveram, em misturas de aveia e azevém, ganho animal médio de  $0,980 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$  e ganho por área de  $613 \text{ kg.ha}^{-1}$ , com diferentes doses de adubação nitrogenada.

Grise *et al.* (2002) e Oliveira *et al.* (2000) estudando o desempenho animal de pastagem exclusiva em aveia, obtiveram ganho médio diário de 1,10 kg e 0,773 kg por animal, respectivamente.

Quanto aos cereais de inverno submetidos ao duplo propósito, dados de experimentos utilizando trigo sob pastejo mostram que a produção de grãos diminui quando o ganho de peso animal por área aumenta, pelo efeito no aumento da pressão de pastejo (Horn *et al.*, 1994; Redmon *et al.*, 1995) ou pelo aumento na duração de pastejo (Hernandez, 1969). Em cinco anos de avaliações, Hernandez (1969) observou que o manejo do pastejo produziu 88 kg.ha<sup>-1</sup> de carne causando redução de 211 kg.ha<sup>-1</sup> na produção de grãos.

Arzadun *et al.* (2003) observaram que em trigo de duplo propósito, a pressão de pastejo de 20 kg de matéria seca.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> promoveu o aumento do ganho/área e reduziu o ganho médio diário e a produção de grãos. Em relação à produção de forragem, a mesma pressão de pastejo aplicada em anos diferentes poderia resultar em diferente desempenho animal, massa de forragem no final do pastejo e produção de grãos.

Pelos resultados apresentados por diferentes autores, observa-se que o manejo adequado das pastagens de estação fria, associado a adubações equilibradas e em quantidades suficientes para suprir as exigências nutricionais da planta, potencializa a produção de pastagem, a qual, sendo utilizada por animais de elevado potencial genético, proporciona alta produtividade animal e resultados econômicos positivos.

## 2.3 PRODUÇÃO DE GRÃOS

### 2.3.1 Efeitos da desfolhação na produção de grãos

A quantificação dos efeitos da desfolhação sobre o rendimento de grãos tem sido investigada desde a década de 30. As diferentes respostas obtidas com esta prática interagem com outras práticas de cultivo, assim como as diferentes condições ambientais e climáticas (Díaz-Rosello *et al.*, 1993). De acordo com Redmon *et al.* (1995), a intensidade e duração do pastejo exercem influência no aumento ou redução na produção de grãos de cereais de inverno.

Registros de pastejo ou cortes em cereais de inverno mostram efeitos amplamente variáveis no rendimento de grãos devido a diferenças em condições de crescimento, manejo ou cultivares (Holliday, 1956; Dunphy *et al.*, 1982; Anderson, 1985). De 35 estudos citados

por Christiansen *et al.* (1989), 24 mostraram um decréscimo na produção de grãos e, em cinco, um aumento. Embora indicando efeitos negativos na produção de grãos, associado com pastejo, a bibliografia mostra mais de 50% dos experimentos com efeitos positivos na produção de grãos sob condição de crescimento satisfatória e adequado manejo (Pumprey, 1970; Dann *et al.*, 1997; Dunphy *et al.*, 1982; Kilcher, 1982; Poysa, 1985; Winter e Thompson, 1987; Bonachela *et al.*, 1995). Dunphy *et al.* (1984) e Winter e Thompson (1987), afirmam que a redução na produção de grãos tem sido atribuída principalmente à reduzida superfície fotossintética após a remoção da forragem.

Redmon *et al.* (1995) comentam que há uma relação entre índice de área foliar na antese e produção de grãos de trigo de inverno sob pastejo. O desenvolvimento da planta entre o final do pastejo e o início do florescimento é crucial para a produção de grãos. A massa de forragem no final do pastejo determina a área foliar da planta no início do período de rebrota, onde a disponibilidade de água e nitrogênio no solo e o genótipo determinarão a rebrota da planta até o florescimento e, ultimamente, a produção de grãos. Embora as condições após o período de antese tenham um efeito grande na produção de grãos, o potencial da planta para expressar a produção é determinado antes da antese. Dando suporte a esta afirmação, Dunphy *et al.* (1984) observaram que a redução de 42% na área foliar presente na antese foi associada com redução de 45% na produção de grãos. Winter e Musick (1991) relatam o aumento linear na produção de grãos de trigo semianão com o aumento do índice de área foliar na antese.

Em geral, a produção de grãos de cereais de inverno sob pastejo não é reduzida substancialmente quando as plantas estão em desenvolvimento vegetativo. Em situações de pastejo severo, durante um longo período (se estendendo até final de outubro), a redução no rendimento é geralmente muito grande. Aparentemente, não é a soma de forragem removida pelo pastejo, mas o período de pastejo prolongado que reduz a produção de grãos (Del Duca *et al.*, 1999).

O pastejo normalmente aumenta o rendimento somente quando ocorre acamamento na área não pastejada. Sob condições de crescimento menos favoráveis ou com severo pastejo, o rendimento é reduzido (Holliday, 1956; Poysa, 1985; Christiansen *et al.*, 1989; Winter e Thompson, 1987; Redmon *et al.*, 1995).

Christiansen *et al.* (1989) observaram que, durante um ano de condições de crescimento adequadas, o corte no início da primavera não controlou o acamamento nas plantas de trigo, mas aumentou a produção de grãos. O corte no final da primavera controlou o acamamento, mas não aumentou a produção de grãos isto porque a redução na altura da planta foi associada com a redução no peso e tamanho do grão do trigo.

Segundo Davidson *et al.* (1990), a produção de trigo não é reduzida substancialmente por um pastejo moderado de inverno. Sendo o trigo pastejado severamente durante um longo período, a redução no rendimento é geralmente muito grande. Nelson *et al.* (1983) observaram a redução da produção de grãos de trigo de inverno em corte e pastejo de 21% ( $1.659 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) e 38% ( $1.300 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), respectivamente, comparando-se com parcelas não cortadas.

Sob condições de adequada precipitação e fertilidade do solo e pastejo moderado, com terminação do pastejo antes do desenvolvimento do primeiro nó, não há redução na produção de grãos de trigo (Redmon *et al.*, 1995; Epplin *et al.*, 2000).

Segundo Redmon *et al.* (1995), normalmente se observa que o pastejo atrasa a data de florescimento. O atraso normal é de seis a oito dias. Porém existem relatos de atrasos de dois a 28 dias. Quanto mais tarde se inicia o pastejo e maior for sua intensidade, maior será o atraso para o florescimento. Também se observa atraso na maturação dos grãos, que normalmente variam de um a oito dias, que naturalmente dependem dos mesmos fatores que afetam o florescimento. Por outro lado, se observa uma redução do período que vai do florescimento à colheita, que normalmente é um fator que reduz a produção de grãos.

De acordo com Sprague (1984), várias respostas da planta têm sido claramente documentadas: 1) aumento na produção de grãos seguido do pastejo pode ocorrer quando a fertilidade do solo e/ou as condições ambientais provoquem o acamamento, não ocorrendo a desfolhação das plantas; 2) baixa produção de grãos pode ser esperada, sob severas condições climáticas e de solo, quando cultivares graníferas são pastejados no seu estágio vegetativo; o pastejo durante a elongação do colmo em culturas de cereais é particularmente deletéria porque os pontos de crescimento são removidos.

### 2.3.2 Efeitos da desfolhação nos componentes de rendimento de grãos

Valentine e Matthew (1999) comentam que a produtividade de uma lavoura de cereal de inverno depende de três processos interdependentes: a fotossíntese, a translocação e o acúmulo de fotoassimilados nos grãos. A capacidade de acúmulo de fotoassimilados nos grãos depende do número de espigas por unidade de área, da quantidade de espiguetas por espiga, dos grãos existentes por espiguetas e do peso individual do grão. Esses componentes desenvolvem-se em períodos distintos e sucessivos durante o crescimento da cultura.

Após o final do perfilhamento, segundo Redmon *et al.* (1995), inicia-se a extensão do colmo e desenvolvimento reprodutivo. O manejo durante o perfilhamento e extensão do colmo determina o potencial de produção por maximizar o número de espigas, espiguetas por espigas e grãos por espiguetas. A quantidade de inflorescência é determinada durante um período prolongado de tempo, começando em estádios bem cedo (início do perfilhamento) e se estendendo até o início da elongação. O número de espiguetas é determinado em um período mais curto, no último mês antes da emergência da espiga, quando o meristema apical entra no estágio de duplo anel. Logo se formam as flores e fica estabelecido o número de grãos potenciais na antese, após o período de iniciação floral. Finalmente, durante o enchimento de grãos, se determina o peso dos grãos.

De acordo com Valentine e Matthew (1999), o rendimento de grãos dos cereais de inverno depende da capacidade de rendimento, que é composta pelo número de espigas por área e número de flores por espiga; enquanto que o rendimento final depende do número de flores e do peso de grãos. Enquanto a capacidade de rendimento depende do desenvolvimento até o espigamento, o rendimento final depende da fotossíntese da folha bandeira e da espiga; mas a vitalidade dos grãos em desenvolvimento tem efeito importante no uso de assimilados. A assimilação fotossintética nos estádios iniciais de crescimento pode afetar o número de espigas, de espiguetas e de flores.

A desfolha provoca sempre um estresse na planta; por conseguinte, segundo sua intensidade e momento da ocorrência, afetará em maior ou menor grau os componentes do rendimento. Dependendo do manejo efetuado, pode-se comprometer o número de plantas. Alguns manejos com cortes baixos ou pastejos com ovelhas não afetam o número final de plantas; por outro lado, pastejo com bovinos e solos úmidos podem acarretar arranquio de plantas e morte por pisoteio (Garcia, 1989; Winter e Thompson, 1987).

Potencialmente, o número de perfilhos férteis (sobreviventes) pode ser utilizado como referencial da planta para aumentar o rendimento de grãos porque modifica a fonte fotossintética e a capacidade de demanda pelo maior número de grãos e espigas por unidade de área. A desfolhação afeta os perfilhos de modo variável, pois depende de outros fatores de manejo e ambiente. Observa-se aumento (Dunphy *et al.*, 1982) e redução no número de perfilhos por unidade de área como resposta à desfolhação (Winter e Thompson, 1990). O número de perfilhos tende a aumentar nas desfolhas do cedo e a reduzir nas tardias.

Nem todos os perfilhos emitidos produzirão espigas. O número de espigas produzidas é variável em função da desfolhação. Raras vezes se observa aumentos (Olazabal e Suburu, 1985) ou ausência de variação (Davidson *et al.*, 1990). A diminuição do

número de perfilhos é o mais freqüente (Altier, 1983; Dunphy *et al.*, 1982; Winter e Thompson, 1987), e varia a sua magnitude em função da severidade e do momento de desfolhação. Segundo esses autores, isso se deve a um aumento de perfilhos abortivos que não completam seu ciclo devido ao aumento da temperatura e/ou deficiência da umidade e ainda por remoção dos ápices.

Pode ocorrer redução no tamanho da espiga devido ao pastejo, ao estresse durante sua formação na elongação. Nesse período se estabelece uma concorrência por fotoassimilados com os colmos, folhas e raízes (Dunphy *et al.*, 1984).

O número de espigas é determinado antes da elongação, o qual geralmente diminui com a desfolha (Ase, 1975; Christiansen *et al.*, 1989; Winter e Thompson, 1990). O número de espigas está relacionado principalmente pela sobrevivência dos perfilhos depois da elongação e raramente devido à capacidade de perfilhamento dos cereais como freqüentemente se estima (Dunphy *et al.*, 1982). O perfilho principal tem aproximadamente 100% de sobrevivência, enquanto perfilhos de maior ordem apresentam maior mortalidade, sendo que metade do total de perfilhos morre sem produzir espigas (Valentine e Matthew, 1999).

Alguns autores como Christiansen *et al.* (1989) e Sharrow e Motazedian (1987) observaram aumento no número de grãos por espiga. Ao contrário, Altier (1983) e Dunphy *et al.* (1982) obtiveram redução nesse componente de rendimento devido à desfolhação. Em trabalho realizado por Dunphy *et al.* (1984), o número de grãos por espiga foi o componente de rendimento de grãos mais afetado pelo atraso na data de colheita final de forragem e para Dunphy *et al.* (1982), as reduções foram mais drásticas quanto mais tarde foi efetuado o pastejo.

Christiansen *et al.* (1989) observaram uma redução no número de espigas por metro quadrado pelo pastejo devido a redução no stand, mas o número de grãos por espiga permaneceu constante comparado com espigas não pastejadas.

White *et al.* (1999) afirmam que o desenvolvimento do grão depende da assimilação do carbono pela fotossíntese durante o final do período de extensão do colmo a enchimento do grão, suprimindo 70 a 90% dos requerimentos, com um remanescente de 10 a 30% translocado das reservas em colmos e folhas. Então, torna-se vital manter elevada área foliar e duração de folha durante o enchimento de grãos pelo adequado fornecimento de água e nutrientes, controle de doenças e pastejo moderado. Qualquer distúrbio nesse sentido pode causar senescência de folhas e rápido declínio da fotossíntese resultando em um inadequado enchimento de grãos.

Dunphy *et al.* (1984) mostraram que a produção de matéria seca na antese e duração de área foliar da elongação à antese foi altamente relacionada com a produção de grãos. Adicionalmente, a redução na matéria seca observada na antese após desfolha, segundo dados de Bonachela *et al.* (1995) poderia ter afetado o peso de grão por limitar a remobilização de reservas para os grãos. Em trigo, a fotossíntese realizada na espiga não supre os requerimentos para manutenção desta, e a demanda para enchimento de grãos deve ser suprida por carboidratos armazenados pelas folhas e em tecidos do colmo (Valentine e Matthew, 1999).

A maioria dos trabalhos tem relatado redução no peso de grãos com a desfolha (Dunphy *et al.*, 1982; Winter e Thompson, 1987; Winter e Thompson, 1990). Geralmente, segundo Winter e Thompson (1990), a redução é maior quanto mais tarde foi efetuada a desfolha e varia desde 10% até 34%.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 LOCAL

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental da Cooperativa Agrária Mista Entre Rios, Colônia Vitória, distrito de Entre Rios, município de Guarapuava - Paraná, localizada na região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense, situada entre as coordenadas 25° 33' de latitude Sul e 51° 29' de longitude Oeste, com altitude média de 1.095 metros.

#### 3.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E DE SOLO

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb (Maak, 1968), sendo caracterizado como clima temperado. A temperatura média no mês mais frio é inferior a 18°C (mesotérmico), com verões frescos, sendo que a média do mês mais quente fica abaixo de 22°C. A temperatura média anual é de 18°C, sem estação seca definida e com ocorrência de geadas severas e frequentes.

A precipitação anual varia de 1400 a 1800 mm, sendo os meses de abril e maio os mais secos, com precipitação entre 75 a 100 mm. A insolação média é de 2.200 horas anuais e umidade relativa do ar de 80%.

As médias das temperaturas máximas e mínimas e a quantidade de chuva a cada mês, durante o período de março a novembro do ano de 1999, encontram-se demonstrados na Figura 1.

O balanço hídrico para o ano de 1999, calculado com os dados meteorológicos para a região na Estação Meteorológica da Cooperativa Agrária Mista Entre Rios, encontra-se representado na Figura 2.

Observou-se um grande período de estiagem no mês de agosto de 1999 (5,2 mm), com ausência total de chuvas do dia 15 a 31 de agosto, sendo que a média histórica da região nesse mês varia de 100 a 125 mm. Verificou-se a ocorrência de geadas fracas na área experimental nos dias 21 (2,8°C) e 22 (3,2°C) de maio, 01 de junho (2,6°C) e 31 de



julho ( $1,8^{\circ}\text{C}$ ) e geadas moderadas nos dias 20 ( $-0,8^{\circ}\text{C}$ ) e 31 ( $0,2^{\circ}\text{C}$ ) de maio, 11 de junho ( $0,6^{\circ}\text{C}$ ) e no dia 15 de agosto ( $0,0^{\circ}\text{C}$ ). Ressalta-se a ocorrência de ventos fortes nos dias 11 de julho ( $6,5\text{ m/s}$ ), 17 de julho ( $6,5\text{ m/s}$ ) e 18 de agosto ( $5,0\text{ m/s}$ ) de 1999.

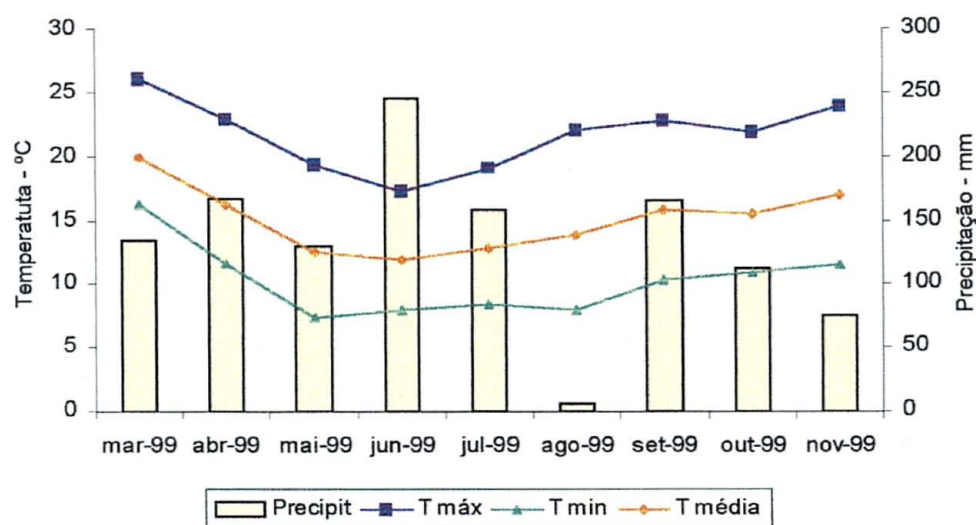


FIGURA 1 - Médias das temperaturas médias, máximas, mínimas e média da precipitação, a cada mês, durante o período de março a novembro de 1999, observadas na Estação Meteorológica de Entre Rios, Guarapuava, PR.

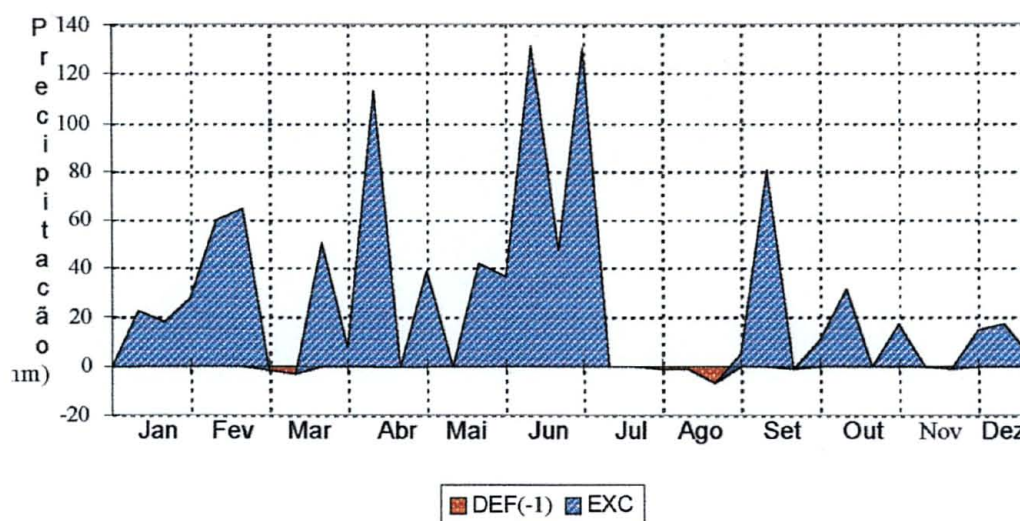


FIGURA 2 - Balanço hídrico sequencial, a cada intervalo de 10 dias, durante o ano de 1999 (Rolim *et al.*, 1999), Guarapuava, PR.



pastejo): sem pastejo, uma semana, duas, três, quatro, cinco, seis, sete e oito semanas de pastejo.

### 3.5 HISTÓRICO DA ÁREA

A área experimental vinha sendo utilizada em sistema de plantio direto há mais de 10 anos, no verão em cultivo de milho (*Zea mays*) ou soja (*Glycine max*) e no inverno cereais de inverno. As culturas, tanto de verão como de inverno, vinham recebendo adubações de fósforo, potássio e nitrogênio conforme Recomendações de adubação do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (1995). A rotação de culturas utilizada na área experimental está descrita na Tabela 2.

TABELA 2 - Rotação de culturas de verão e inverno de 1995 a 1999, utilizada na área experimental, Guarapuava, PR, 1999.

Período	Culturas
Inverno 1996	Aveia branca ( <i>Avena sativa</i> ) destinada para semente
Verão 1996/1997	Milho ( <i>Zea mays</i> )
Inverno 1997	Trigo ( <i>Triticum aestivum</i> )
Verão 1997/98	Soja ( <i>Glycine max</i> )
Inverno 1998	Cevada ( <i>Hordeum vulgare</i> )
Verão 1998/99	Milho ( <i>Zea mays</i> ) destinado à silagem

### 3.6 CARACTERIZAÇÃO DOS CEREAIS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO

A seleção das cultivares utilizadas neste experimento deu-se com base em trabalho realizado por Sandini e Novatzki (1998). Segundo estes autores, quando submetidas a cortes, a cultivar de aveia branca FAPA 2, de trigo BRS 176 e de triticales IAPAR 23 destacaram-se das demais pela elevada produção de matéria seca e grãos, demonstrando alto potencial para utilização em duplo propósito.

O triticales (X. *Triticosecale* Witt.) hoje cultivado no Brasil, é um cereal de inverno, produto do cruzamento artificial entre trigo e centeio. Seu aspecto, bem como tecnologia de cultivo, o assemelha muito ao trigo. Sua principal característica é a resistência a fatores bióticos (doenças e pragas) e abióticos (acidez do solo), traduzida em maior produtividade e menor custo de produção (Silva e Campos, 1995).

Segundo Kohli (1990), nos sistemas de produção agropecuários hoje vigentes, o triticales ocupa espaço numa enorme gama de aplicações, principalmente na alimentação de

animais na forma de forragem verde, feno, silagem da planta inteira ou do grão úmido, grãos secos para rações, duplo propósito (corte e posterior colheita dos grãos no rebrote), bem como na cobertura vegetal para proteção do solo e adubação verde.

A cultivar IAPAR 23 é recomendada para todas as zonas tritícolas do Estado do Paraná. Quando o propósito for apenas produção de grãos, a recomendação de data de semeadura de triticle para a região de Guarapuava compreende o período de 01 de junho a 10 de julho, com densidades de semeadura de 160 kg.ha<sup>-1</sup> e distanciamento entre linhas de 17 centímetros (EMBRAPA, 2003).

De acordo com Davalos (1998), essa cultivar possui hábito vegetativo ereto a semi-ereto, caracterizada por ciclo intermediário com espigamento em 71 dias e maturação em 148 dias, sendo a altura média de 106 cm (classificada como alta), com aristas normais, aurículas incolores e posição intermediária das folhas. As espigas são fusiformes, pendentes e claras, com grãos semiduros e vermelhos. Ainda, segundo o mesmo autor, essa cultivar é caracterizada como tolerante ao alumínio do solo, bem como resistente ao acamamento e a algumas doenças, entre elas ferrugem do colmo e da folha, oídio, helmintosporiose e septoriose. Também é considerada moderadamente suscetível à giberela.

O trigo (*Triticum aestivum*) tem papel fundamental na diversificação das culturas nas propriedades agrícolas, como alternativa econômica no período de inverno. É utilizado na alimentação de animais na forma de forragem verde e feno, duplo propósito, além de cobertura vegetal, adubação verde e principalmente na alimentação humana na forma de grãos (Scheeren, 1984).

A cultivar de trigo BRS 176 é recomendada para plantio antecipado visando a produção de grãos na região centro-sul do Paraná, com ciclo considerado tardio para este Estado. A época de semeadura preferencial para a região de Guarapuava varia de 01 de junho a 10 de julho, com densidades de semeadura de 160 kg.ha<sup>-1</sup>. Em Guarapuava, no período de 1994 a 1997, a cultivar BRS 176 apresentou, em média, 98 dias da emergência ao espigamento e 147 dias à maturação. A cultivar é considerada alta (média de 100 cm), apresentando hábito vegetativo intermediário, folha bandeira ereta e coloração heterogênea da aurícula. A espiga é fusiforme, aristada e clara com grãos vermelhos, ovalados e de textura suave. Comporta-se como moderadamente suscetível ao acamamento, resistente à debulha natural e moderadamente resistente à germinação na espiga e ao crestamento. É considerada resistente a ferrugem do colmo e ao vírus do mosaico, sendo suscetível a doenças como ferrugem da folha, oídio, septoriose e vírus do nanismo amarelo. Foi

classificada como trigo brando, com uso indicado para biscoito, confeitaria, pizza, massa e mescla com trigo pão (EMBRAPA, 2003).

A cultura de aveia branca (*Avena sativa* L.) é uma alternativa de forragem a ser utilizada a fim de amenizar a carência alimentar dos rebanhos por apresentar rápido crescimento, permitindo a utilização no início da estação fria. É um cereal com alta capacidade de rebrote, além de apresentar estabilidade de massa seca após cada desfolhação, o que a torna importante quando utilizada no sistema de duplo propósito. De acordo com Scheffer-Basso *et al.* (2001), pode ser utilizada como forragem verde, feno e silagem.

A cultivar de aveia branca FAPA 2 é recomendada para todas as zonas agrícolas do Estado do Paraná. Quando o propósito for apenas produção de grãos, a recomendação de data de semeadura para a região de Guarapuava compreende o período de 01 de junho a 31 de julho, com densidades de semeadura de 60 kg.ha<sup>-1</sup> e distanciamento entre linhas de 17 centímetros (EMBRAPA, 2003).

Essa cultivar possui hábito vegetativo intermediário, com ciclo tardio com 109 dias da emergência ao espigamento e 139 dias à maturação. Sua altura média é de 115 cm (classificada como alta), com disposição da folha bandeira intermediária. Não há pilosidade nas folhas e as paredes do colmo apresentam espessura delgada. As panículas são eqüilaterais, com comprimento médio de 18 centímetros, posição inclinada das ramificações e coloração amarela. Apresenta em média, 33 espiguetas por panícula, 64 grãos por panícula e 2 grãos por espiguetas. A cultivar é caracterizada como tolerante ao alumínio do solo, bem como resistente ao acamamento e a algumas doenças, entre elas ferrugem do colmo e da folha (Scheffer-Basso *et al.*, 2001).

### 3.7 ESTABELECIMENTO E ADUBAÇÃO

#### 3.7.1 Semeadura

A semeadura foi realizada diretamente sobre os resíduos da cultura de milho, com espaçamento de 17 centímetros entre linhas para todas as cultivares. A cultivar de tritcale IAPAR 23 foi semeada em 19 de abril de 1999, utilizando-se aproximadamente 210 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes. Para a aveia branca FAPA 2, semeada em 24 de abril com 100 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes. Em 25 de abril, semeou-se o trigo BRS 176 na quantidade de 210 kg.ha<sup>-1</sup> de

sementes. As datas e densidade de semeadura utilizadas para estas cultivares são consideradas ideais para maximização da produção de forragem e grãos, segundo Almeida *et al.* (1998), Oliveira *et al.* (1998) e Antoniazzi e Perim (2001).

### 3.7.2 Adubação

Aplicou-se a adubação de base no momento do plantio, com a utilização de 250 kg.ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 5-25-25. Para adubação nitrogenada utilizou-se 54 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de uréia (45% de N), sendo 27 kg.ha<sup>-1</sup> no plantio e 27 kg.ha<sup>-1</sup> em cobertura, a qual foi realizada em 02 de julho de 1999. As doses de adubação foram realizadas segundo a análise do solo e o momento da aplicação de acordo com resultados obtidos por Olazabal e Suburu (1985) e Sandini *et al.* (1998).

## 3.8 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

### 3.8.1 Manejo dos animais

Os animais experimentais utilizados foram fêmeas bovinas, com predominância da raça Charolesa e idade entre 9 a 15 meses.

Durante todo o período experimental os animais foram observados quanto à ocorrência de ectoparasitas, sendo que os casos positivos eram imediatamente tratados.

Realizou-se a pesagem dos animais imediatamente antes da entrada nas áreas, quatro semanas depois e no final do período de pastejo, totalizando três pesagens, conforme Tabela 3. Para pesagem, efetuou-se jejum prévio nos animais de 12 horas, com restrição de água e alimento.

TABELA 3 - Datas de pesagem dos animais distribuídos em cada cultura durante o período experimental.

Cultura	1ª Pesagem	2ª Pesagem	3ª Pesagem
Triticale	18/06/99	16/07/99	14/08/99
Aveia branca	22/06/99	20/07/99	20/08/99
Trigo	25/06/99	23/07/99	20/08/99

O pastejo iniciou-se quando a disponibilidade média de matéria seca por hectare dos piquetes ultrapassou 2.000 kg. Para as culturas de aveia branca, trigo e tritcale, as disponibilidades de matéria seca foram, respectivamente, de 2.500 kg MS.ha<sup>-1</sup>, 2.444 kg MS.ha<sup>-1</sup> e 2.219 kg MS.ha<sup>-1</sup>. A data de início de pastejo foi 22 de junho na aveia, 25 de junho no trigo e 19 de junho no tritcale. A cada semana de pastejo isolava-se uma área dentro do piquete destinada à produção de grãos, compondo, assim, os tratamentos.

#### 3.8.1.1 Método de pastejo

O método de pastejo empregado foi o contínuo com carga animal variável, mantendo a disponibilidade de forragem em torno de 2.000 kg MS.ha<sup>-1</sup>. Para tanto, utilizou-se a técnica “put and take” descrita por Mott e Lucas (1952). Manteve-se cinco animais testes em cada piquete e um número variável de animais reguladores, utilizados para manter a disponibilidade de forragem constante. O final do período de pastejo ocorreu oito semanas após o início do mesmo. Após a saída dos animais as culturas foram destinadas à produção de grãos.

#### 3.8.1.2 Ajuste da carga animal

Para manter a disponibilidade constante de matéria seca nos piquetes, realizou-se o ajuste quinzenal da carga animal, com a entrada ou retirada dos animais reguladores, com base na estimativa de matéria seca disponível.

#### 3.8.1.3 Ganho de peso médio diário e ganho de peso por hectare

O ganho médio diário (GMD) de peso dos animais foi obtido periodicamente pela diferença entre o peso final de cada animal teste e o peso inicial, e o resultado dividido pelo número de dias transcorrido entre as pesagens.

O ganho de peso vivo em kg.ha<sup>-1</sup> (GPV) obteve-se pela multiplicação do ganho médio diário (GMD) dos testes e o número de animais por ha.dia<sup>-1</sup>. O número de animais.dia<sup>-1</sup> foi obtido pela multiplicação da média do número de animais que permaneciam no piquete em cada dia pelo número de dias de avaliação de cada período.

### 3.8.2 Manejo da produção de forragem

#### 3.8.2.1 Estimativa da disponibilidade de matéria seca

Nas parcelas, a estimativa da disponibilidade de matéria seca foi realizada semanalmente em todas as áreas excluídas, por meio da coleta do material vegetativo em quatro amostras/parcela de 0,25 m<sup>2</sup>, com auxílio de um quadrado de ferro. Após a pesagem do material verde foram retiradas sub-amostras do mesmo, acondicionadas em sacos de papel, identificadas e levadas à estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por um período de 72 horas para determinação de matéria seca.

Nos piquetes, a avaliação da disponibilidade de matéria seca, para se manter uma massa desejada superior a 2.000 kg MS.ha<sup>-1</sup>, foi realizada utilizando-se o método do disco, descrito por Barcellos (1990).

A disponibilidade média de matéria seca em cada piquete foi obtida medindo 50 pontos com o disco, dos quais 20 eram cortados e amostrados para determinação de matéria seca e nos outros 30 pontos apenas a altura era anotada.

Com os valores de matéria seca das 20 medições e suas respectivas alturas, montou-se a seguinte equação de regressão linear:

$$y = a + bx, \text{ onde:}$$

$$y = \text{MS.ha}^{-1}$$

$$a = \text{constante}$$

$$b = \text{coeficiente de regressão entre o peso seco e sua estimativa via disco}$$

$$x = \text{valor médio das alturas dadas no disco.}$$

O cálculo de disponibilidade de matéria seca foi feito em separado pela substituição do valor de x pelas alturas médias, dos 30 pontos lidos no disco, em cada piquete. As equações eram reajustadas a cada quatro semanas. A cada duas semanas foram efetuadas amostragens intermediárias para ajustar a carga animal quando necessário.



### 3.8.2.2 Número de perfilhos e altura do meristema apical

As avaliações do número de perfilhos por planta e da altura do meristema apical foram realizadas em laboratório, com 40 plantas/parcela, arrancadas da bordadura um dia após a exclusão dos animais. O número de perfilhos por planta foi obtido pela contagem manual dos mesmos. A avaliação da altura do meristema apical foi realizada por meio de cortes longitudinais no colmo principal de cada planta. Com auxílio de régua graduada, mediu-se da base do colmo (coroa) da planta até a altura onde se encontrava o meristema apical. Nas mesmas plantas amostradas, realizou-se, em todas as avaliações, a contagem do número de meristemas apicais removidos pelo pastejo. Estas avaliações, juntamente com determinação de matéria seca foram realizadas semanalmente e estenderam-se até o período de florescimento das culturas.

A primeira avaliação do tratamento sem pastejo quanto à disponibilidade de matéria seca, número de perfilhos por planta e altura de meristema apical não ocorreu no período planejado, sendo, portanto, realizado com uma semana de atraso, por dificuldades operacionais. Logo, esta avaliação coincidiu com a data de avaliação do tratamento uma semana de pastejo.

### 3.8.3 Manejo da produção de grãos

#### 3.8.3.1 Colheita dos grãos

A colheita de grãos das cultivares nas parcelas foi realizada em 18 de novembro de 1999, com colhedora de parcelas, onde foram coletadas apenas as seis linhas centrais, sendo as bordaduras eliminadas, totalizando uma área de colheita de 12 m<sup>2</sup> (cinco linhas x cinco metros lineares). Os grãos colhidos foram separados das impurezas por meio da passagem em ventilador, e posteriormente determinada a umidade, PH e peso de mil sementes.

### 3.8.3.2 Rendimento de grãos

O rendimento de grãos, em  $\text{kg.ha}^{-1}$ , foi obtido pela transformação da produção obtida em  $12 \text{ m}^2$  para um hectare, sendo os valores corrigidos para 13% de umidade.

### 3.8.3.3 Componentes de rendimento

Os componentes de rendimento avaliados foram número de espigas por metro linear, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e peso de mil grãos. A contagem do número de espigas/área foi realizada manualmente a campo em cinco linhas centrais totalizando  $5 \text{ m}^2$  por parcela. A contagem do número de espiguetas/espiga também foi manual, realizada em laboratório, com extração de 60 espigas por parcela, colhidas na bordadura da unidade experimental, afim de não afetar a produção final de grãos. Estas mesmas espigas foram utilizadas para a contagem do número de grãos/espiga, através de trilhagem individual destas.

## 3.9 Análise estatística

Os dados de características morfológicas e disponibilidade de matéria seca dos cereais de inverno, referentes a cada tratamento, foram submetidos à análise de regressão polinomial para avaliação do comportamento ao longo do tempo. O mesmo procedimento foi adotado para avaliar o rendimento de grãos e componentes de rendimento em relação aos tratamentos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA APÓS PASTEJO

No presente trabalho, quanto menor foi o período do pastejo em aveia branca, trigo e triticale, maior foi a capacidade de recuperação das plantas a fim de repor a estrutura foliar. Para triticale e aveia branca, ocorreu a tendência de aumento na produção de matéria seca desde a exclusão dos animais das áreas até o início do estágio reprodutivo. Este comportamento está relacionado com a taxa de crescimento da pastagem rebrotada após a desfolhação que é determinada pela taxa na qual a área foliar é produzida, pelo seu arranjo no dossel e pela capacidade fotossintética das folhas remanescentes (Mott e Moore, 1985).

Nas plantas submetidas à desfolhação, a retomada de crescimento via recuperação de área foliar é de fundamental importância na determinação da posterior produção de grãos de cereais de inverno, concordando com Chapman e Lemaire (1993). Como observado neste trabalho e de acordo com Almeida *et al.* (1998), o rendimento de grãos é incrementado maximizando-se a eficiência fotossintética das plantas pela adequada área foliar para captação da radiação, eficiente conversão da radiação interceptada em matéria seca e partição de fotoassimilados nos órgãos reprodutivos. Neste sentido, para o sistema de duplo propósito de cereais de inverno, há a necessidade de se obter máxima produção de matéria seca com grande quantidade de tecido fotossintético para alcançar alta produção de grãos.

A quantidade de matéria seca que permaneceu após a retirada dos animais influenciou na determinação do subsequente crescimento das plantas em todas as culturas avaliadas. A maior fitomassa após condições de desfolhações, conforme cita Almeida e Mundstock (1998), pode induzir ao aumento no rendimento de grãos, no número de perfilhos férteis e no número de grãos por espiga. Plantas com maiores quantidades de fitomassa podem originar grandes áreas fotossintéticas para produção de carboidratos (Stuth, 1990), onde as folhas compõem a maior fonte de nitrogênio e carboidratos para formação e enchimento dos grãos (Nabinger, 1996).

O momento em que ocorreu o pastejo, em relação ao estágio de desenvolvimento das plantas de cereais de inverno, foi importante na determinação do impacto da

desfolhação. Segundo Larcher (2000), cada estágio de desenvolvimento ocupa um certo tempo do ciclo de vida da planta e tem sua característica particular quanto à forma e o funcionamento da mesma, regulado por diferentes atividades genéticas que são afetadas pelas condições do ambiente próximo à planta. A cada estágio, a planta exige determinados recursos e condições ambientais e também responde de maneira diferente às influências externas. De acordo com Evans *et al.* (1980), é no estágio vegetativo de crescimento que se manifestam as características da plasticidade fenotípica e, sobretudo, as adaptações modificativas em relação às condições do habitat. Neste trabalho verificou-se que as plantas pastejadas neste estágio suportaram a desfolhação, reduzindo a altura de meristema e repondo sua área foliar via rebrota de forma mais eficiente.

#### 4.1.1 Produção de matéria seca após o pastejo de tritcale

Foram observadas diferenças ( $p < 0,01$ ) na produção de matéria seca para a cultivar de tritcale IAPAR 23 em todos os períodos de pastejo, desde o momento da retirada dos animais até o estágio de florescimento das plantas (Tabela 4).

TABELA 4 – Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da produção de matéria seca de tritcale submetido ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Equação de regressão	$R^2$
Sem pastejo	$Y = 3688,4 - 929,5 x + 420,9 x^2 - 29,48 x^3$	0,97**
1 semana	$Y = 991,30 - 152,1 x + 173,7 x^2 - 11,59 x^3$	0,96**
2 semanas	$Y = 1269,7 - 510,6 x + 204,1 x^2 - 11,64 x^3$	0,94**
3 semanas	$Y = 1641,6 - 857,4 x + 246,1 x^2 - 13,46 x^3$	0,98**
4 semanas	$Y = -875,08 + 445,15 x$	0,92**
5 semanas	$Y = -471,03 + 278,87 x$	0,95**
6 semanas	$Y = -106,35 + 156,67 x$	0,91**
7 semanas	$Y = -373,98 + 171,39 x$	0,91**
8 semanas	$Y = -901,46 + 187,31 x$	0,99**

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

O tratamento sem pastejo, com produção de  $2.881 \text{ kg MS.ha}^{-1}$  na primeira avaliação, proporcionou produção máxima de  $7.994 \text{ kg MS.ha}^{-1}$  durante o período reprodutivo, com posterior tendência de queda na produção de matéria seca, como pode-se observar na Figura 3. Os valores médios obtidos de produção de matéria seca para tritcale, aveia branca e trigo encontram-se no Anexo 3.

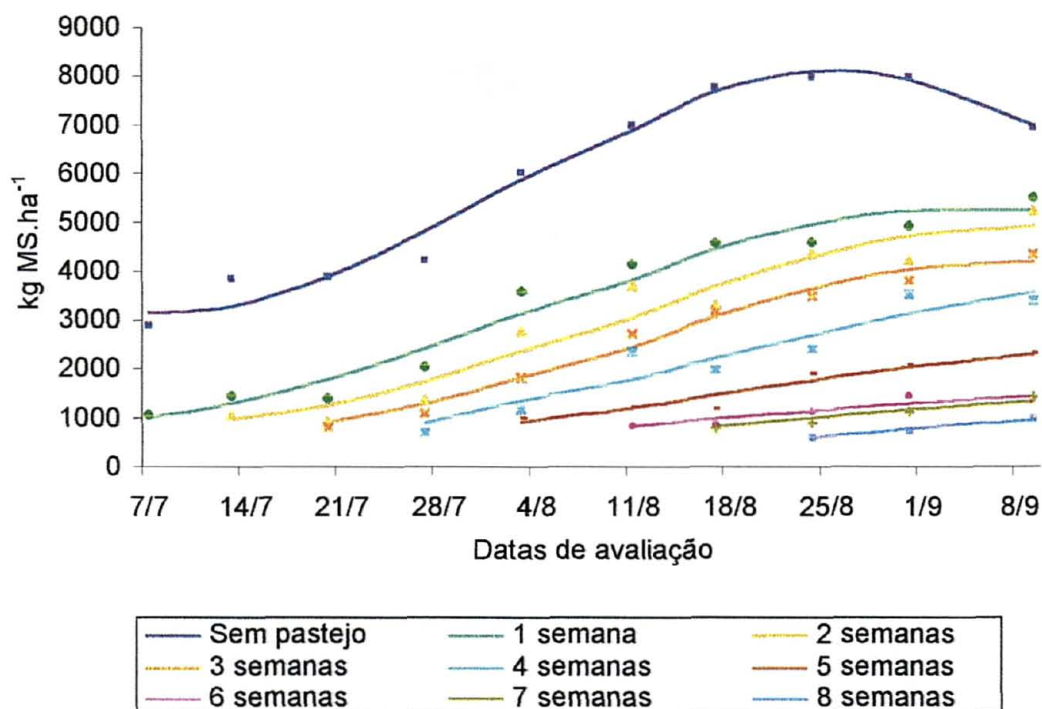


FIGURA 3 - Produção de matéria seca ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) de triticale submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Os tratamentos uma, duas, três e quatro semanas de pastejo, com residual de biomassa após retirada dos animais de  $1.070 \text{ kg MS.ha}^{-1}$ ,  $1.059 \text{ kg MS.ha}^{-1}$ ,  $910 \text{ kg MS.ha}^{-1}$  e  $569 \text{ kg MS.ha}^{-1}$ , respectivamente, devido à menor quantidade de área foliar remanescente, alcançaram produções de  $5.516 \text{ kg MS.ha}^{-1}$ ,  $5.241 \text{ kg MS.ha}^{-1}$ ,  $4.362 \text{ kg MS.ha}^{-1}$  e  $3.411 \text{ kg MS.ha}^{-1}$ , durante o período de crescimento avaliado.

Com oito semanas de pastejo, obteve-se produção de  $997 \text{ kg MS.ha}^{-1}$  no início do florescimento. Nesta condição de maior período de pastejo e menor resíduo de matéria seca, a planta não pode depender continuamente das reservas de carboidratos, pois estas não são rapidamente restabelecidas devido ao baixo índice de área foliar, o que compromete a produção de grãos (Briske e Richards, 1995).

Após o término do pastejo de maiores períodos (de cinco semanas em diante), as plantas apresentavam-se em início do estágio reprodutivo, momento em que não há iniciação foliar, embora as lâminas das folhas continuaram a alongar-se devido à expansão celular (Stoskopf, 1985). Quando o pastejo se prolongou até este estágio de desenvolvimento, houve queda na produção de matéria seca e não se observou recuperação do aparato fotossintético.

Bortolini (2000) testando cereais de inverno para duplo propósito em Guarapuava obteve produção de 1.274 kg MS.ha<sup>-1</sup> com um corte e 3.160 kg MS.ha<sup>-1</sup> com dois cortes para a cultivar de triticales IAPAR 23.

#### 4.1.2 Produção de matéria seca após o pastejo de aveia branca

Para aveia branca, não foram observadas diferenças na produção de matéria seca ao longo do período de avaliação nos tratamentos seis e oito semanas de pastejo ( $p>0,05$ ) (Tabela 5).

TABELA 5 – Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da produção de matéria seca de aveia branca submetida ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Equação de regressão	$R^2$
Sem pastejo	$Y = 3121,62 - 379,01 x + 108,14 x^2 - 4,77 x^3$	0,94**
1 semana	$Y = 2605,82 - 1119,3 x + 302,28 x^2 - 18,9 x^3$	0,98**
2 semanas	$Y = 2356,56 - 852,05 x + 246,67 x^2 - 15,5 x^3$	0,97**
3 semanas	$Y = 1334,09 - 324,47 x + 123,66 x^2 - 8,03 x^3$	0,84**
4 semanas	$Y = -786,80 + 540,76 x + 13,228 x^2 - 4,06 x^3$	0,89**
5 semanas	$Y = -5756,1 + 2949,5 x - 387,01 x^2 + 16,7 x^3$	0,89**
6 semanas	$Y = -7910,2 + 3608,9 x - 449,6 x^2 + 18,01 x^3$	0,60 <sup>ns</sup>
7 semanas	$Y = -8377,6 + 4202,3 x - 593,3 x^2 + 27,01 x^3$	0,89*
8 semanas	$Y = 1830,26 - 84,36 x$	0,74 <sup>ns</sup>

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

Como pode ser observado na Figura 4, o tratamento sem pastejo, com produção de 2.834 kg MS.ha<sup>-1</sup> na primeira avaliação, atingiu maior produção de matéria seca (5.541 kg MS.ha<sup>-1</sup>) no período de florescimento em relação aos demais tratamentos (Anexo 3). Esta quantidade de matéria seca produzida em todo o período anterior ao florescimento representa o potencial da planta para investimento na posterior formação de grãos (Almeida e Mundstock, 1998).

O pastejo por quatro semanas, com residual de 1.015 kg MS.ha<sup>-1</sup>, alcançou produção de 2.471 kg MS.ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, os tratamentos cinco, seis, sete e oito semanas de pastejo apresentaram produções mais baixas em razão da lenta recuperação da área foliar ao longo do tempo devido a baixa quantidade de matéria seca residual após o pastejo (967 kg MS.ha<sup>-1</sup>, 1.227 kg MS.ha<sup>-1</sup>, 1.297 kg MS.ha<sup>-1</sup> e 1.269 kg MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente) com grande proporção de folhas velhas e senescentes.

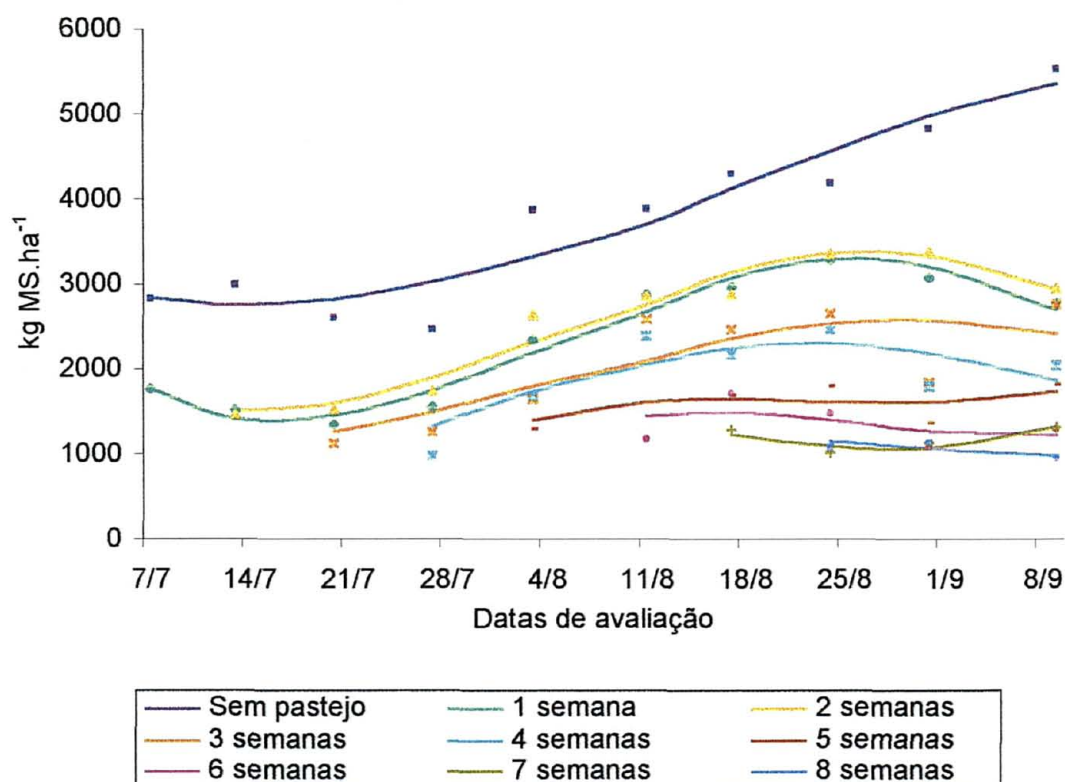


FIGURA 4 - Produção de matéria seca ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) de aveia branca submetida ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Nos tratamentos sem pastejo e uma semana de pastejo, observou-se redução na produção de matéria seca nas primeiras avaliações pelo acamamento ocasionado por ventos fortes nos dias 11 e 12 de julho, quando as plantas encontravam-se em estágio final de elongação do colmo. O acamamento também ocorreu nos tratamentos sem pastejo, uma semana, duas e três semanas de pastejo em trigo, ocasionando queda na produção de matéria seca neste período. Os danos à planta pelo acamamento originam-se da mudança da arquitetura foliar e da redução do movimento de água e nutrientes, quando o colmo dobra, provocando alteração da circulação da seiva pelos feixes vasculares. Com isto, ocorre redução da atividade fotossintética que se reflete na formação da estrutura da inflorescência e redução no número de inflorescências férteis, traduzindo no menor número de grãos por inflorescência (Nabinger, 1996), com observado no presente trabalho.

A produção de matéria seca observada no presente trabalho sob pastejo, para todos os tratamentos, é inferior àquelas obtidas por Matzenbacher (2001) e Antoniazzi e Perim (2001), que variaram de  $3.700 \text{ kg MS.ha}^{-1}$  com cortes a  $12.970 \text{ kg MS.ha}^{-1}$  sem cortes, com a cultivar FAPA 2.

#### 4.1.3 Produção de matéria seca após pastejo de trigo

Os tratamentos cinco e oito semanas de pastejo no trigo BRS 176 não apresentaram diferenças na produção de matéria seca ( $p>0,05$ ) ao longo do período de avaliação (Tabela 6).

TABELA 6 – Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da produção de matéria seca de trigo submetido ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Equação de regressão	$R^2$
Sem pastejo	$Y = 2363,26 + 773,10 x - 48,49 x^2 + 11,16 x^3$	0,74**
1 semana	$Y = 2565,35 - 697,60 x + 264,5 x^2 - 17,47 x^3$	0,72**
2 semanas	$Y = 1834,06 - 526,94 x + 232,33 x^2 - 16,5 x^3$	0,73**
3 semanas	$Y = -2829,89 + 2042,0 x - 254,2 x^2 + 10,9 x^3$	0,73**
4 semanas	$Y = 13414,1 - 5468,2 x + 829,9 x^2 - 39,95 x^3$	0,73*
5 semanas	$Y = 10107,1 - 3610,1 x + 494,1 x^2 - 22,30 x^3$	0,68 <sup>ns</sup>
6 semanas	$Y = -43934,5 + 17621,6 x - 2231,8 x^2 + 91,6 x^3$	0,86*
7 semanas	$Y = 10707,51 - 2110,01 x$	0,94*
8 semanas	$Y = 2039,43 - 135,4 x$	0,64 <sup>ns</sup>

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

Os tratamentos sem pastejo, uma, duas e três semanas de pastejo atingiram o período de início de florescimento com maior quantidade de matéria seca por área (6.146 kg MS.ha<sup>-1</sup>, 5.655 kg MS.ha<sup>-1</sup>, 4.924 kg MS.ha<sup>-1</sup> e 3.426 kg MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente) (Anexo 3) que os tratamentos pastejados por mais tempo, sendo 2.309 kg MS.ha<sup>-1</sup>, 1.561 kg MS.ha<sup>-1</sup>, 843 kg MS.ha<sup>-1</sup>, 874 kg MS.ha<sup>-1</sup> e 993 kg MS.ha<sup>-1</sup> para os tratamentos quatro, cinco, seis, sete e oito semanas de pastejo, respectivamente (Figura 5).

A maior quantidade de matéria seca dos tratamentos sem pastejo, uma, duas e três semanas de pastejo, no início do estágio reprodutivo teve relação com o aumento do número de espiguetas por espigas e do número de espigas por área, os quais são os componentes de rendimento determinados neste momento. Esse resultado confirma a afirmação de Larcher (2000) de que, durante e após o estágio de alongação, há transporte de carboidratos predominantemente para os órgãos reprodutivos, sendo as folhas supridas apenas com o necessário para sua manutenção.

Resultados semelhantes aos obtidos neste experimento foram encontrados por Dunphy *et al.* (1984), onde a remoção de forragem de trigo após a alongação do colmo diminuiu a matéria seca total e o índice de área foliar na antese.



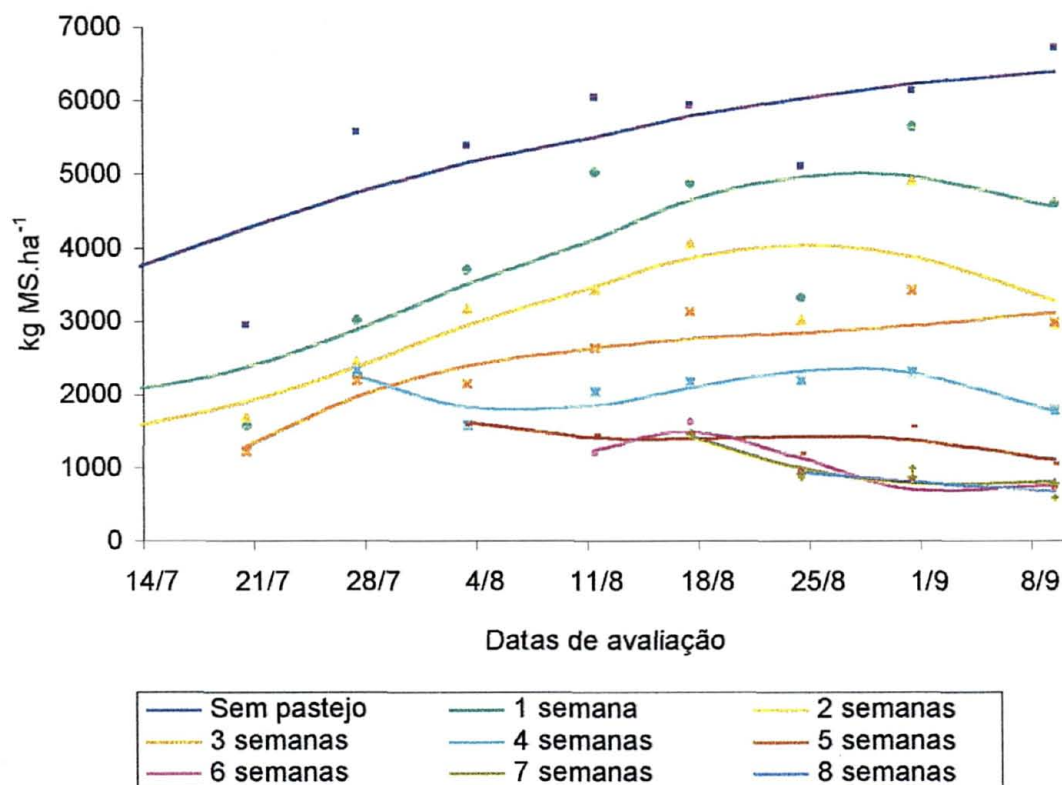


FIGURA 5 - Produção de matéria seca ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) de trigo submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Resultados inferiores de produção de matéria seca foram obtidos por Antoniazzi e Perim (2001) com a cultivar de trigo BRS 176, com média de  $1.470 \text{ kg MS.ha}^{-1}$  quando submetido a um corte e  $2.506 \text{ kg MS.ha}^{-1}$  com dois cortes.

#### 4.1.4 Impacto geral da desfolhação na produção de matéria seca

Para todas as culturas avaliadas, o momento em que ocorreu o pastejo influenciou de forma direta na capacidade de recuperação das plantas, onde a desfolhação em estádios iniciais de desenvolvimento permitiu retomada de crescimento de biomassa de forma mais eficiente.

A velocidade de rebrota das plantas de aveia branca, trigo e triticale, após a exclusão dos animais, variou conforme o período de pastejo. De acordo com Stoskopf (1985), após um estresse médio (como a desfolhação de curta duração), as plantas mostram acelerado desenvolvimento. Quando submetidas a um estresse severo (desfolhações de longa duração), há desenvolvimento lento das plantas devido à interrupção do desenvolvimento do

ápice do colmo e, possivelmente, pela paralisação de toda a divisão celular, estando de acordo com o observado neste trabalho.

Todas as culturas avaliadas que foram submetidas a curtos períodos de pastejo contínuo (uma, duas, três e quatro semanas de pastejo), apresentaram, após a desfolhação, retomada de crescimento mais rápida em relação aos demais tratamentos. O crescimento destas plantas, por encontrarem-se em estádios iniciais de desenvolvimento, foi proporcional à quantidade de tecido remanescente após o pastejo. O crescimento ocorreu rapidamente nos primeiros dias após o pastejo devido à maior proporção de folhas jovens e mais eficientes fotossinteticamente que permaneceram na planta.

Em períodos mais longos de pastejo (cinco a oito semanas), a rebrota das plantas foi mais lenta para todas as culturas, por dependerem das reservas de carboidratos das bases de colmos e bainhas até que novas folhas fossem produzidas. Isto está de acordo com as afirmações de Davidson *et al.* (1990), onde a desfolhação contínua em condições de média a alta intensidade de pastejo induz ao não armazenamento de reservas, pois a prioridade de demanda naquele momento é a produção foliar. Nesta condição, nas plantas que encontram-se em estádios mais avançados de desenvolvimento, há maior proporção de folhas velhas e o meristema apical pode ter sido removido pelo pastejo devido à elongação do colmo. Assim, o crescimento torna-se mais lento, pois depende do desenvolvimento de novos perfilhos a partir dos meristemas basais (Briske e Richards, 1995).

## 4.2 ALTURA DO MERISTEMA APICAL

Até o estágio de perfilhamento das plantas (Anexo 2), houve pouca elevação do meristema apical para todas as culturas testadas. Durante o período de elongação do colmo e início de espigamento, ocorreu elevação do meristema apical das plantas ao nível do alcance do animal para pastejo. A desfolhação promoveu redução na altura do meristema apical em todos os tratamentos em comparação com plantas não pastejadas, num mesmo período de avaliação.

### 4.2.1 Altura do meristema apical de tritcale

Nos tratamentos quatro e cinco semanas de pastejo, não foram observadas diferenças ( $p>0,01$ ) na altura de meristema durante as avaliações (Tabela 7).

TABELA 7 – Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da altura de meristema de tritcale submetido ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Período de pastejo	Equação de regressão	$R^2$
Sem pastejo	$Y = 5,13 + 11,8 x$	0,99*
1 semana	$Y = -6,8 + 11,48 x$	0,90*
2 semanas	$Y = 2,84 + 5,18 x$	0,94*
3 semanas	$Y = 1,85 + 4,30 x$	0,93*
4 semanas	$Y = 1,79 + 2,28 x$	0,72 <sup>ns</sup>
5 semanas	$Y = -1,4 + 2,60 x$	0,92 <sup>ns</sup>

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

Os valores médios de altura do meristema apical para tritcale, aveia branca e trigo encontram-se no Anexo 4. Quanto maior foi o período de pastejo em tritcale, menor foi a elevação do meristema apical após a desfolhação (Figura 6). Este resultado é decorrência do mecanismo de persistência da planta ao pastejo, a fim de preservar o meristema floral do perfilho principal, que é o de maior produção de grãos na planta (Chapman e Lemaire, 1993).

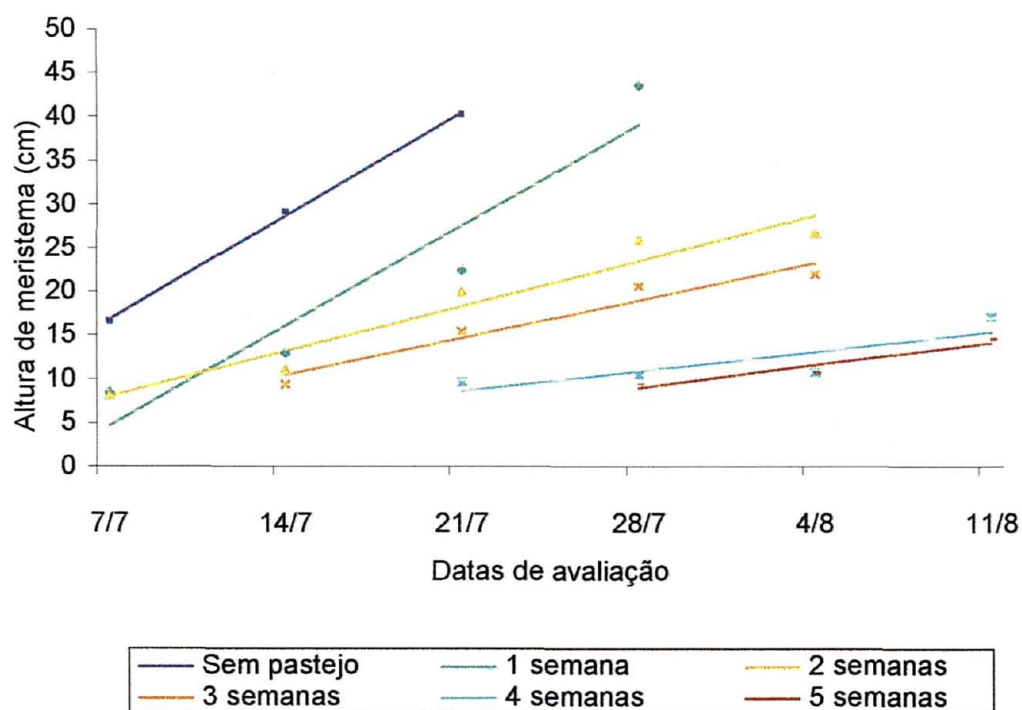


FIGURA 6 – Altura de meristema (cm) de tritcale submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

No tratamento sem pastejo, as plantas iniciaram o emborrachamento com altura média de meristema de 40,3 cm, comparado com 17,2 cm e 9,4 cm, neste mesmo período, para os tratamentos de quatro e oito semanas de pastejo, respectivamente.

Nos tratamentos de tritcale e trigo com pastejo de maior duração (seis a oito semanas), os meristemas que não foram removidos pelo pastejo já haviam sido diferenciados e ocorria a formação de espiga no momento da última avaliação.

#### 4.2.2 Altura do meristema apical de aveia branca

Com exceção dos tratamentos sete e oito semanas de pastejo, observou-se diferença ( $p < 0,01$ ) nos demais tratamentos de aveia branca (Tabela 8).

TABELA 8 – Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da altura de meristema de aveia branca submetida ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Equação de regressão	$R^2$
Sem pastejo	$Y = -3,23 + 2,50 x$	0,96**
1 semana	$Y = -2,52 + 1,73 x$	0,96**
2 semanas	$Y = -3,75 + 1,82 x$	0,97**
3 semanas	$Y = -3,17 + 1,38 x$	0,84**
4 semanas	$Y = -2,03 + 0,95 x$	0,81**
5 semanas	$Y = -2,61 + 0,92 x$	0,87**
6 semanas	$Y = -1,38 + 0,72 x$	0,89*
7 semanas	$Y = -1,25 + 0,63 x$	0,71 <sup>ns</sup>
8 semanas	$Y = -1,53 + 0,55 x$	0,75 <sup>ns</sup>

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

A aveia branca é caracterizada por manter o meristema apical próximo à superfície do solo até início da fase reprodutiva (Cook e Lovett, 1974). Independente do período, o pastejo promoveu redução na altura do meristema apical quando comparado com as plantas que não foram desfolhadas, como pode ser visto na Figura 9.

No momento da retirada dos animais, em razão de apresentar-se em estágio vegetativo, o tratamento uma semana de pastejo apresentou altura média do meristema de 0,3 cm (Anexo 4). Por outro lado, por estarem em estágio de alongação, os tratamentos quatro e oito semanas de pastejo apresentaram, neste mesmo período, 0,8 cm e 2,5 cm, respectivamente. Na última avaliação, por encontrar-se no início do estágio reprodutivo, o tratamento uma semana de pastejo apresentou altura de meristema de 13,3 cm, em comparação com 8,1 e 3,6 cm dos tratamentos quatro e oito semanas. Observou-se, neste

mesmo período, redução de 20,5%, aproximadamente, na altura do meristema apical, do tratamento oito semanas de pastejo (3,6 cm) em relação ao tratamento sem pastejo (17,6 cm).

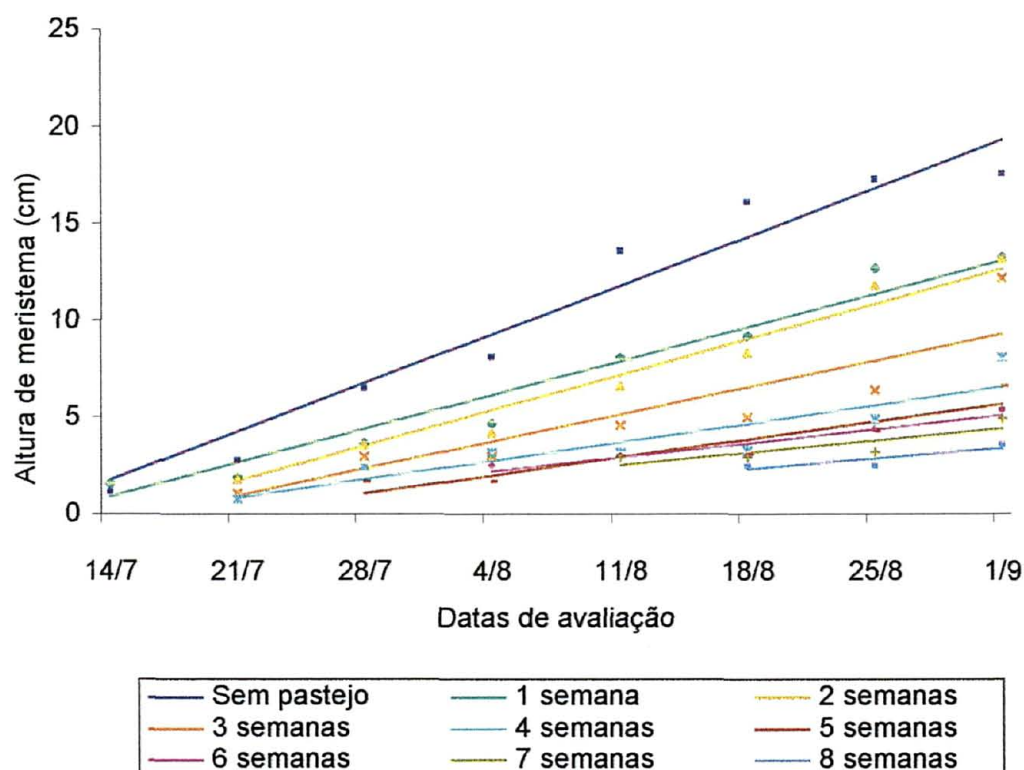


FIGURA 9 – Altura de meristema (cm) de aveia branca submetida ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

#### 4.2.3 Altura do meristema apical de trigo

Como pode-se observar na Tabela 9, apenas os tratamentos sem pastejo, uma e duas semanas de pastejo apresentaram diferenças ( $p < 0,01$ ) na altura de meristema nos períodos de avaliação.

No trigo, do momento da saída dos animais até o início da fase reprodutiva no tratamento sem pastejo, houve aumento da altura do meristema em 26 cm, comparado com aumento de dois cm neste mesmo período para o tratamento com cinco semanas de pastejo (Anexo 4). Independente do período, o pastejo promoveu redução na altura do meristema apical quando comparado com as plantas não desfolhadas (Figura 8), como relatado também por Winter e Thompson (1990) e Dunphy *et al.* (1982) para esta cultura.



TABELA 9 – Equações de regressão e coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$ ) da altura de meristema de trigo submetido ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Equação de regressão	$R^2$
Sem pastejo	$Y = 2,1 + 8,34 x$	0,94*
1 semana	$Y = -1,09 + 6,39 x$	0,95**
2 semanas	$Y = 3,77 + 3,93 x$	0,90*
3 semanas	$Y = -2,83 + 4,05 x$	0,89 <sup>ns</sup>
4 semanas	$Y = -0,78 + 3,05 x$	0,89 <sup>ns</sup>
5 semanas	$Y = 8,63 + 1,1 x$	0,78 <sup>ns</sup>

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

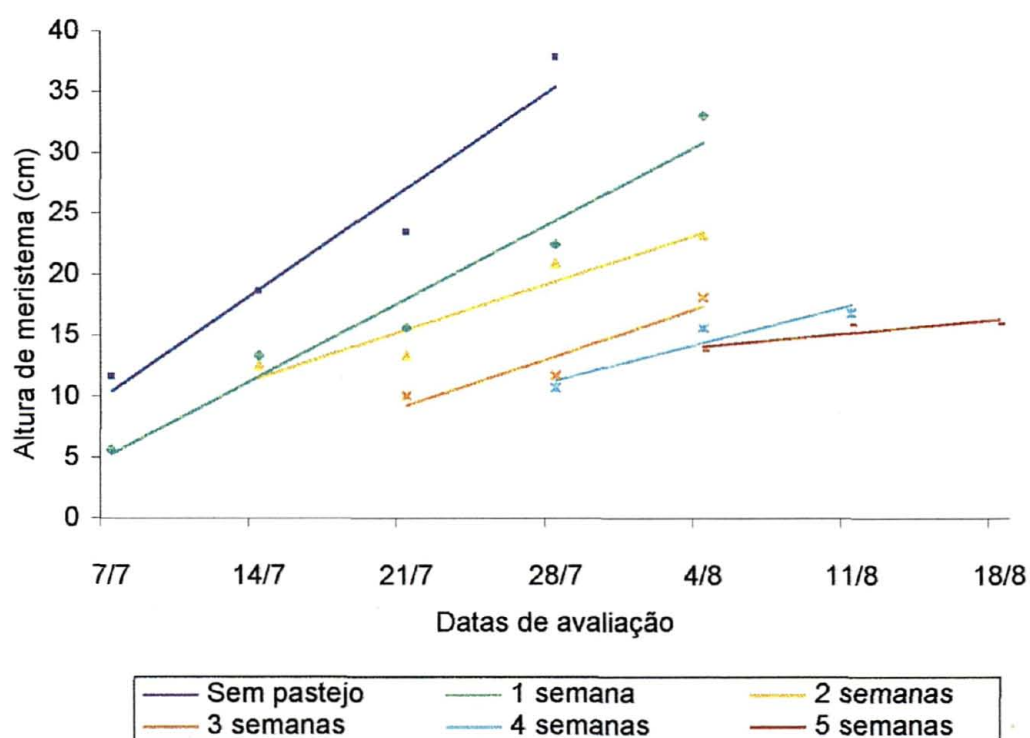


FIGURA 8 – Altura de meristema (cm) de trigo submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

#### 4.2.4 Remoção do meristema apical pelo pastejo

O meristema apical é importante em relação ao vigor da rebrota após a desfolhação, pois o alongamento do colmo pode ocorrer ainda no estágio vegetativo, tornando-o mais vulnerável a decepção pelo pastejo (Humphreys, 1997). A remoção do meristema apical do

colmo principal das plantas de triticales, trigo e aveia branca pelo pastejo foi proporcional ao aumento na altura do meristema (Tabela 10), resultado este que está de acordo com o encontrado por Bonachela *et al.* (1995).

TABELA 10 – Percentagem (%) de meristemas removidos após pastejo\* em triticales, aveia branca e trigo, submetidos ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

	Triticales	Aveia branca	Trigo
Sem pastejo	0	0	0
1 semana	4,2	0	0
2 semanas	6,7	0	0
3 semanas	11,7	0	0
4 semanas	31,0	0	9,5
5 semanas	42,2	0	9,7
6 semanas	54,2	8,8	23,2
7 semanas	56,2	20,7	40,7
8 semanas	64,7	21,7	53,7

\*média de amostra de 40 plantas por parcela

A cultura do triticales, dentre as avaliadas neste experimento, foi a que sofreu maior remoção dos meristemas apicais sob efeito da desfolhação. Foi observada remoção do meristema desde a primeira semana de pastejo, com aumento gradual conforme maior o período da desfolhação. No tratamento com oito semanas, a remoção do meristema apical ocorreu em aproximadamente 65% das plantas. Quando o pastejo se estendeu até estádios mais avançados do desenvolvimento das plantas de triticales (alongação do colmo a emborrachamento), um maior número de meristemas apicais foi removido.

Em aveia branca, o pastejo realizado até o estágio de perfilhamento não promoveu remoção dos meristemas apicais, ocorrendo somente em estádios mais avançados. A remoção do meristema apical das plantas desta cultura, devido à tardia alongação do colmo e elevação da altura do meristema apical, foi detectada após seis semanas de pastejo em 8,8% das plantas amostradas, seguidas de 21 e 22% com sete e oito semanas de pastejo, respectivamente. A altura máxima do meristema apical imediatamente após a remoção dos animais foi de 2,9 cm, em média, com sete semanas de pastejo.

A remoção dos meristemas do trigo iniciou-se após quatro semanas de pastejo, onde foram eliminados em aproximadamente 10% das plantas, aumentando o percentual de remoção quanto mais tempo o animal permaneceu em pastejo (54% no tratamento de oito semanas). Em curto período de pastejo (uma, duas e três semanas), pelo fato do meristema apical encontrar-se próximo à superfície do solo, este não foi removido.

Para todas as culturas avaliadas, quando o meristema apical não foi eliminado pelo pastejo, houve formação de folhas novas mais rapidamente, permitindo a reconstituição de

um mecanismo fotossintético mais eficiente e acelerando a rebrota destas plantas. Resultados semelhantes foram encontrados por Grewal e Kler (1987).

A remoção do meristema apical pelos animais, em todas as culturas avaliadas, promoveu o rebrote dos perfilhos existentes ou a iniciação de novos perfilhos via meristemas basais. Apesar disto, a redução na posterior produção de grãos está normalmente associada à remoção dos meristemas apicais das plantas, pela indução na formação de novos perfilhos secundários capazes de produzir espigas de menor tamanho e com menor quantidade de grãos em relação às espigas produzidas pelo perfilho principal (Harry, 1976).

### 4.3 NÚMERO DE PERFILHOS POR PLANTA

#### 4.3.1 Número de perfilhos por planta de triticale

Observou-se diferença ( $p < 0,01$ ) no número de perfilhos por planta nos tratamentos uma e três semanas de pastejo durante os períodos de avaliação em triticale (Tabela 11).

TABELA 11 – Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) do número de perfilhos por planta de triticale submetido ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Equação de regressão	$R^2$
Sem pastejo	$Y = 1,80 - 0,40 x$	0,99**
1 semana	$Y = 1,56 - 0,20 x$	0,75 <sup>ns</sup>
2 semanas	$Y = 1,50 - 0,15 x$	0,88 <sup>ns</sup>
3 semanas	$Y = 2,68 - 0,33 x$	0,92*
4 semanas	$Y = 2,04 - 0,12 x$	0,60 <sup>ns</sup>
5 semanas	$Y = 2,91 - 0,25 x$	0,98 <sup>ns</sup>
6 semanas	$Y = 4,20 - 0,50 x$	0,89 <sup>ns</sup>

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

O aumento no número de perfilhos foi observado nas plantas de triticale submetidas ao pastejo (Figura 9), independente da sua duração. De acordo com Morris e Gardner (1988), a maior taxa de aparecimento de perfilhos após a desfolhação é explicada pela remoção dos meristemas apicais e ativação da produção de hormônios específicos.

Os valores médios de número de perfilhos por planta de triticale, aveia branca e trigo encontram-se no Anexo 5.



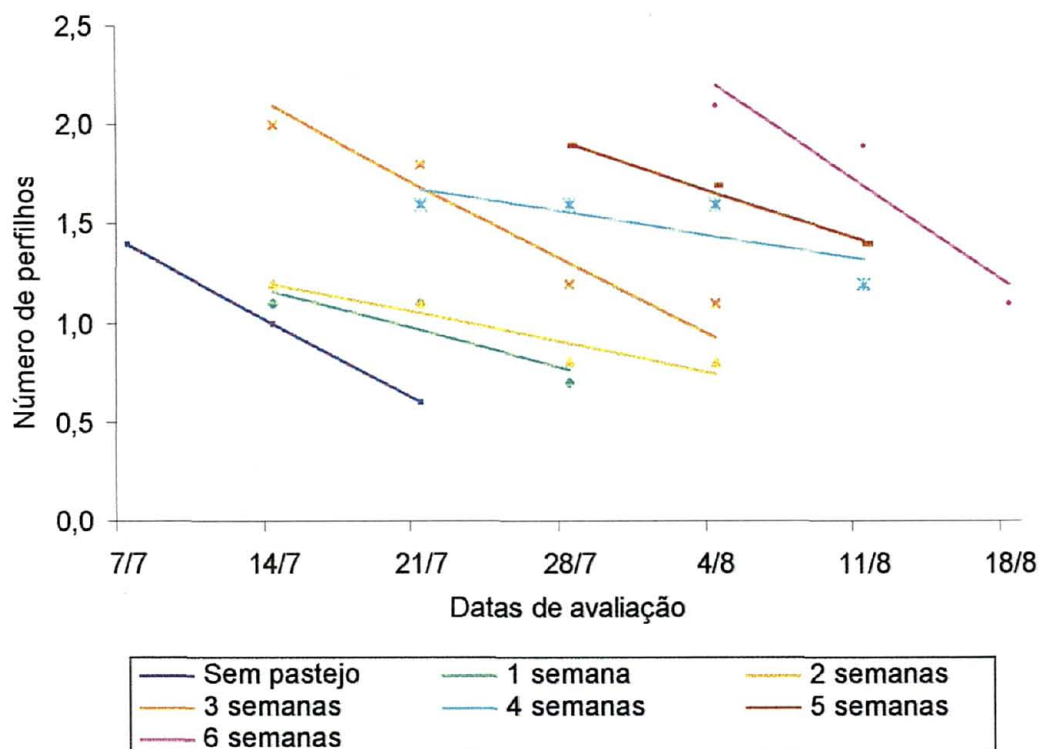


FIGURA 9 – Número de perfilhos por planta de triticale submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

O tratamento com uma semana de pastejo apresentou, em média, 1,0 perfilho por planta; enquanto que, com quatro e sete semanas, foram observados 1,5 e 2,3 perfilhos por planta, respectivamente. O aumento no número de perfilhos em resposta à desfolhação também é relatado por Dunphy *et al.* (1982) e Winter e Thompson (1987).

A tendência de aumento no número de perfilhos por planta em triticale está correlacionada com a remoção de meristemas apicais em períodos mais longos de pastejo. A remoção do meristema apical determina a velocidade de rebrota da planta, regulando a indução hormonal para formação de novos perfilhos via meristemas basais e axilares (Redmon *et al.*, 1995). Além disso, segundo Evans *et al.* (1980), o perfilhamento é favorecido pela alta intensidade de luz promovida pela remoção das folhas superiores pelo pastejo.

Após a retirada dos animais, quando as plantas iniciaram o estágio de alongação do colmo, todos os tratamentos apresentaram queda do número de perfilhos por planta. Isto justifica-se pelo fato de que, após o início do estágio de alongação, poucos perfilhos são iniciados e apenas uma porção atinge a maturidade e produz grãos; a maioria dos perfilhos morre durante o período de alongamento até o florescimento (Stoskopf, 1985). De acordo

com Almeida *et al.* (1998), o processo de perfilhamento é pouco interessante para as plantas em comunidade no estágio de maturação, pois o perfilho está sempre atrasado ontogeneticamente em relação à planta mãe. Com isso, cai a capacidade produtiva do perfilho pela intensa competição com outros colmos.

#### 4.3.2 Número de perfilhos por planta de aveia branca

Com exceção do tratamento três semanas de pastejo, todos os demais apresentaram diferença ( $p < 0,01$ ) no número de perfilhos por planta nos diferentes períodos de avaliação (Tabela 12).

TABELA 12 – Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) do número de perfilhos por planta de aveia branca submetida ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Equação de regressão	$R^2$
Sem pastejo	$Y = 3,43 - 1,94 x + 0,40 x^2 - 0,02 x^3$	0,80**
1 semana	$Y = 4,70 - 2,61 x + 0,53 x^2 - 0,03 x^3$	0,66**
2 semanas	$Y = 4,53 - 2,52 x + 0,48 x^2 - 0,02 x^3$	0,75**
3 semanas	$Y = 7,01 - 4,02 x + 0,83 x^2 - 0,05 x^3$	0,47 <sup>ns</sup>
4 semanas	$Y = 14,7 - 8,03 x + 1,47 x^2 - 0,08 x^3$	0,77**
5 semanas	$Y = 13,5 - 7,50 x + 1,38 x^2 - 0,08 x^3$	0,79*
6 semanas	$Y = 20,8 - 9,96 x + 1,61 x^2 - 0,09 x^3$	0,89*
7 semanas	$Y = -6,85 + 2,19 x - 0,15 x^2$	0,98**
8 semanas	$Y = -17,7 + 4,80 x - 0,3 x^2$	0,99**

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

Todos os tratamentos de aveia branca apresentaram redução no número de perfilhos na primeira quinzena de julho, onde as plantas encontravam-se em estágio de alongação, em decorrência da ausência de precipitação pluviométrica ocorrida neste período (Figura 10).

Segundo Harry (1976) e Evans *et al.* (1980), a planta, em condições de estresse hídrico, disponibiliza suas reservas para manutenção do perfilho principal em detrimento dos perfilhos secundários, que podem morrer. Os perfilhos secundários, neste momento, atuam como fonte de carboidratos para os perfilhos principais que são de maior interesse para a planta, pois garantem sua persistência pela maior produção de grãos. Após o período de estresse, com disponibilidade de água e nutrientes, a planta retoma a formação de perfilhos pela indução hormonal e a fim de aumento de área foliar, como observado neste trabalho.

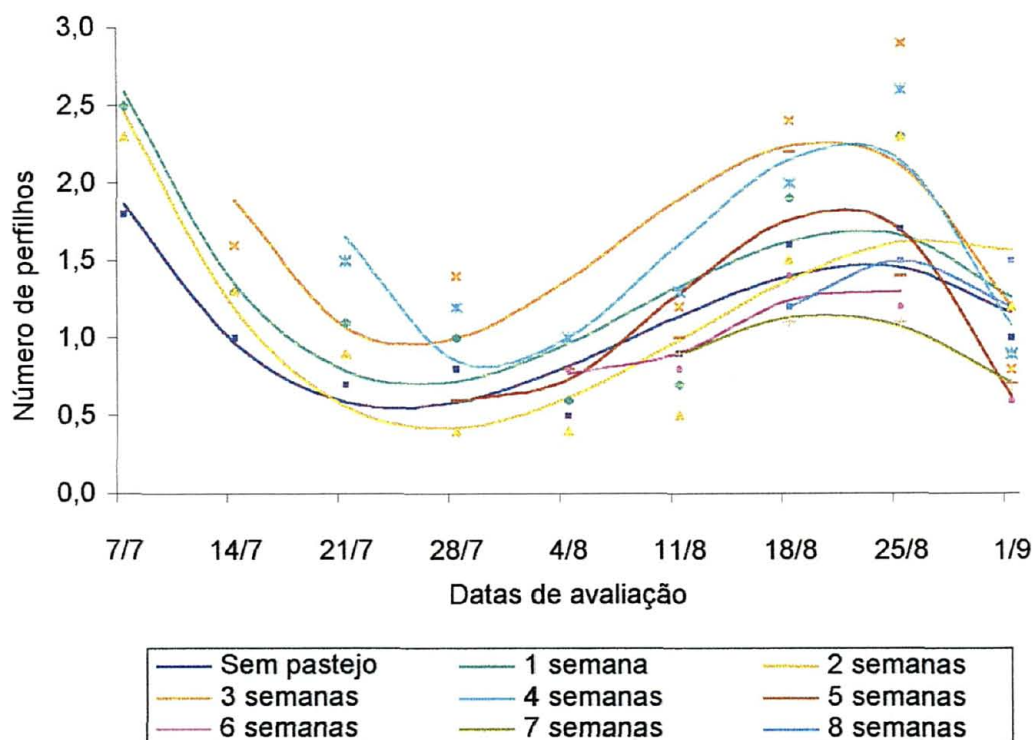


FIGURA 10 – Número de perfilhos por planta de aveia branca submetida ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Por outro lado, a redução na produção de perfilhos foi observada em todos os tratamentos no início de estágio de florescimento.

Briske e Richards (1995) relatam que os perfilhos secundários são fortes fontes para a planta durante o processo de formação de espigas por translocarem uma proporção de fotoassimilados para o colmo principal, contribuindo no rendimento dos grãos. Porém, em situações de estresses da planta, estes podem morrer. Evans *et al.* (1980) argumentam que também os níveis de auxina da planta tem grande efeito no controle do perfilhamento. A tendência do perfilhamento cessar durante o desenvolvimento das espigas, segundo estes autores, pode se dar devido ao aumento na produção de auxinas em espigas jovens, porém a redução no fornecimento de fotoassimilados também pode estar envolvida neste processo. Resultados contrários aos encontrados no presente trabalho foram obtidos por Sprague (1984), onde este autor observou menor perfilhamento pelo aumento na duração e intensidade do pastejo.

As plantas dos tratamentos três e quatro semanas de pastejo mostraram tendência de maior capacidade de formação de perfilhos em relação às demais, após este período de estresse hídrico, com produção média de 1,8 e 2,9 perfilhos por planta, respectivamente (ANEXO 5).

#### 4.3.3 Número de perfilhos por planta de trigo

O modelo estatístico utilizado não mostrou diferença no número de perfilhos apenas para os tratamentos três e quatro semanas de pastejo ( $p>0,01$ ) durante o período de avaliação (Tabela 13).

TABELA 13 – Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) do número de perfilhos por planta de trigo submetido ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Equação de regressão	$R^2$
Sem pastejo	$Y = 4,02 - 2,5x + 0,42x^2$	0,90*
1 semana	$Y = 2,52 - 0,46x$	0,90*
2 semanas	$Y = 3,03 - 0,53x$	0,95*
3 semanas	$Y = 1,80 - 0,25x$	0,89 <sup>ns</sup>
4 semanas	$Y = 2,43 - 0,30x$	0,62 <sup>ns</sup>
5 semanas	$Y = 7,3 - 1,95x + 0,15x^2$	0,99**

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

Do momento da retirada dos animais até o florescimento, houve tendência de redução no número de perfilhos por planta em todos os tratamentos (Figura 11).

Os tratamentos sem pastejo, uma e duas semanas apresentaram maior perfilhamento que os demais tratamentos após a retirada dos animais (2,0 perfilhos por planta), como mostra os valores médios no Anexo 5.

Nabinger (1996) argumenta que o índice de área foliar da pastagem é fator determinante tanto no surgimento como na mortalidade de perfilhos. Nesta condição de período de pastejo mais longo com reduzida área foliar, há redução na sobrevivência de perfilhos secundários, de forma a disponibilizar carboidratos para os perfilhos principais. Nesse sentido, segundo o autor, ocorre déficit de carbono resultante da competição por luz, uma vez que este é alocado preferencialmente para os perfilhos mais antigos, em detrimento dos novos em desenvolvimento. Estes perfilhos são os primeiros a morrer e muitos abortam ainda antes de emergirem, embora o meristema tenha sido ativado.

O número de perfilhos de trigo tendeu a aumentar quando as desfolhações foram realizadas nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas e reduzir nos estádios tardios, como também verificado por Evans *et al.* (1980), Dunphy *et al.* (1982) e Winter e Thompson (1990).

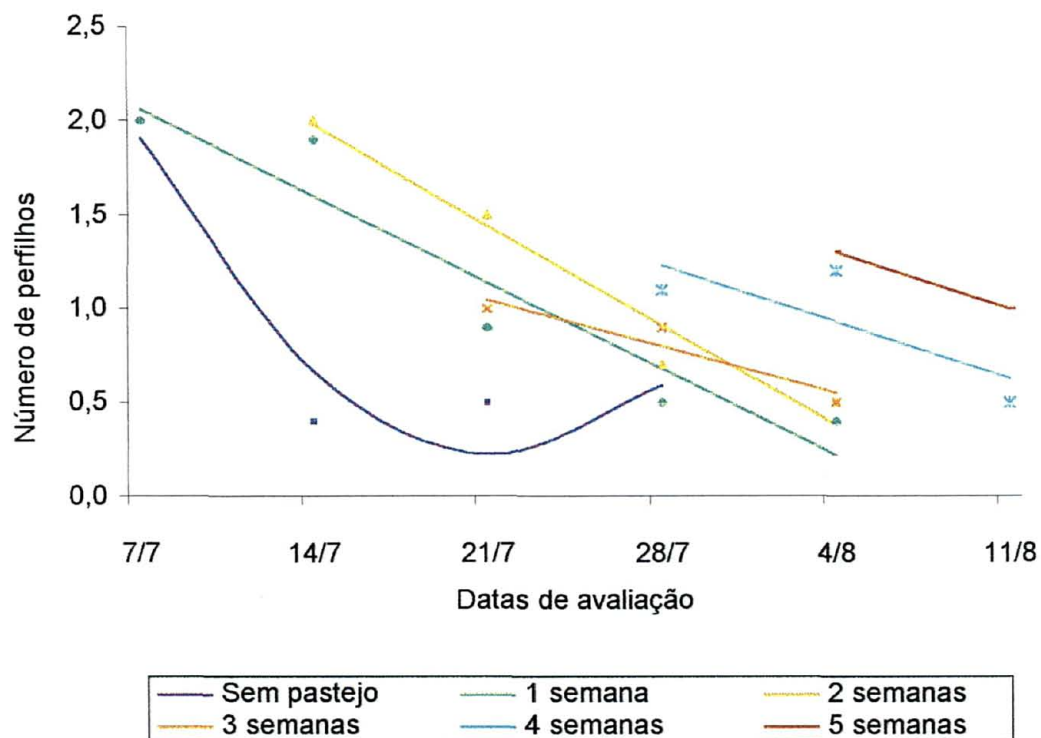


FIGURA 11 – Número de perfilhos por planta de trigo submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

#### 4.4 COMPONENTES DE RENDIMENTO

Na avaliação do número de espigas por metro linear, observou-se tendência de diminuição deste componente com o aumento do período de pastejo para triticales, aveia branca e trigo (Figura 12). O pastejo mostrou um efeito significativo ( $p < 0,01$ ) na redução do número de espigas por metro linear para todas as culturas avaliadas.

A quantidade de espigas se determina durante o período que transcorre desde o início do perfilhamento até o estágio de elongação do colmo (Christiansen *et al.*, 1989). O pastejo realizado em estádios vegetativos mais tardios da planta (elongação do colmo) promoveu maior redução da quantidade de espigas do que as desfolhações realizadas no período de perfilhamento, para todas as culturas. De acordo com Evans *et al.* (1980), quando o desenvolvimento das inflorescências é tardio, o período para enchimento de grãos é curto devido às altas temperaturas do ar observadas.



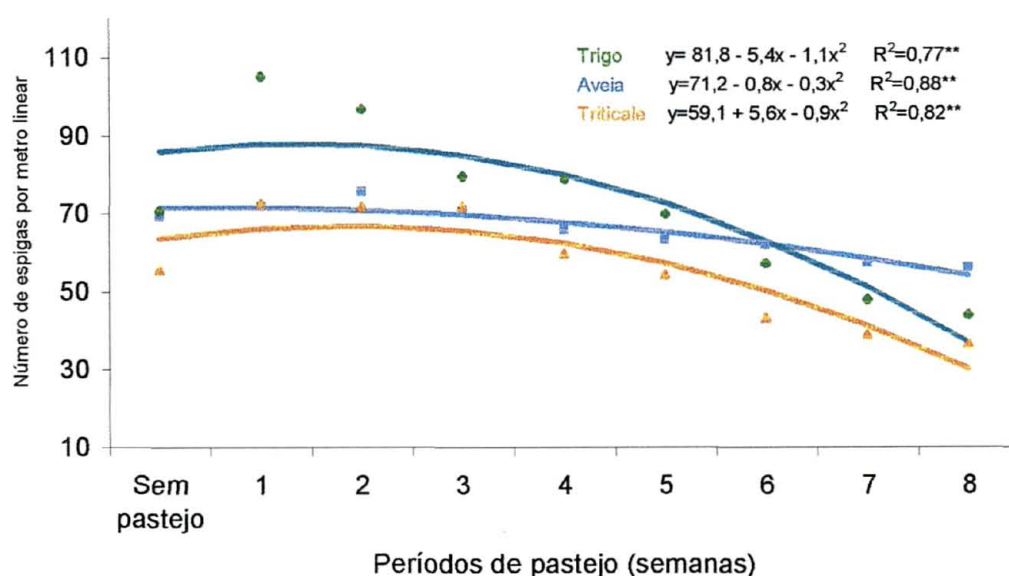


FIGURA 12 – Número de espigas por metro linear de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Em triticale, o número de espigas por metro linear reduziu de 55,6 no tratamento sem pastejo para 54,5 e 36,7 nos tratamentos cinco e oito semanas de pastejo, respectivamente, como mostra o Anexo 6. Em aveia, o número de panículas por metro linear reduziu de 69,5 no tratamento sem pastejo para 66,1 e 56,3 em quatro e oito semanas de pastejo, respectivamente.

As plantas de trigo apresentaram maior redução na quantidade de espigas com o aumento da permanência dos animais nas áreas, seguidos de triticale e aveia. Para trigo, a queda na quantidade de espigas foi de 63% (70,8 espigas por metro linear no tratamento sem pastejo e 44,3 com oito semanas de pastejo). Esta redução no número de espigas está relacionada com a baixa sobrevivência de perfilhos após o estágio de alongação, como relatado também por Richards (1993).

Ocorreu efeito negativo significativo do pastejo na determinação do número de espiguetas por espigas para aveia branca, triticale e trigo ( $p < 0,01$ ) (Figura 13).

O número de espiguetas por espigas teve tendência de redução com o aumento do período de pastejo para todas as cultivares avaliadas. Dunphy *et al.* (1982) encontraram resultados contraditórios aos deste trabalho com genótipos de trigo e aveia.

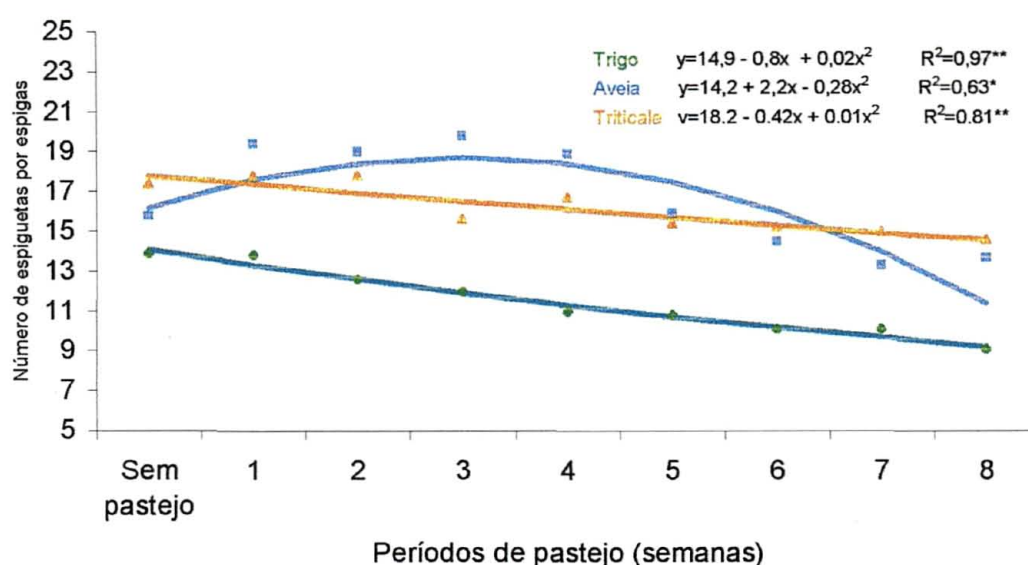


FIGURA 13 – Número de espiguetas por espiga de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Houve redução, em média, de 4,8 espiguetas por espiga quando as plantas de trigo foram submetidas a oito semanas de pastejo, comparado com as plantas destinadas apenas à produção de grãos. Para triticale e aveia branca, essa redução foi, em média, de 2,8 e 2,7, respectivamente. Os valores médios do número de espiguetas por espiga dos cereais de inverno testados encontram-se no Anexo 7.

O estresse provocado pelo déficit hídrico no estágio de alongação, principalmente para trigo e triticale, pode ter agravado a redução no número de espiguetas por espigas. Horn *et al.* (1994) relatam que, neste período, anterior à emergência das espigas, quando é determinado o número de espiguetas, ocorre concorrência por fotoassimilados da espiga com colmos, folhas e raízes.

Para número de grãos por espiga, ocorreu efeito significativo do pastejo para triticale, aveia branca e trigo ( $p < 0,01$ ).

Observou-se tendência, segundo o modelo quadrático, à redução do número de grãos por espiga em aveia branca conforme aumento no período de pastejo, como mostra a Figura 14. Ocorreu, em média, redução de 12 grãos por espiga no tratamento de oito semanas de pastejo em aveia branca quando comparadas com o tratamento sem pastejo. Quanto mais longo foi o pastejo, maior foi a redução do número de grãos. Os valores médios do número de grãos por espiga encontram-se no Anexo 8.

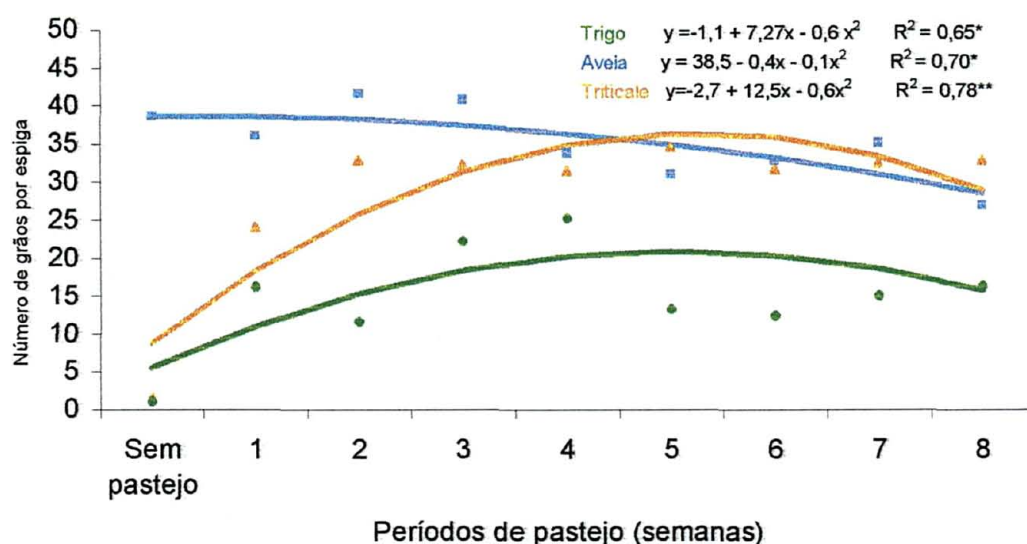


FIGURA 14 – Número de grãos por espiga de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Como o número de grãos por espiga é estabelecido na antese, ocorreu redução no fornecimento de carboidratos para desenvolvimento da espiga entre o pastejo e a antese pela diminuição na quantidade de matéria seca neste período, reduzindo o número de perfilhos férteis e o número de grãos por espiga (Dunphy *et al.*, 1982).

Para trigo e triticale houve tendência de aumento no número de grãos por espiga quando as plantas foram submetidas a uma, duas, três e quatro semanas de pastejo. Com períodos de pastejo maiores (cinco a oito semanas), ocorreram prejuízos na formação de grãos. A desfolhação nos estádios iniciais, para essas culturas, beneficiou o florescimento e produção de grãos por promover a uniformização do florescimento. Resultados semelhantes aos observados neste experimento também foram obtidos por Harry (1976).

Porém, quando o pastejo foi realizado em períodos mais avançados do desenvolvimento da planta, ocorreu redução na formação de perfilhos férteis e na quantidade de matéria seca, com senescência de folhas e declínio da taxa fotossintética, resultando no não enchimento dos grãos, como relatado também por Royo *et al.* (1994).

Durante o período de enchimento de grãos define-se o peso dos grãos (Christiansen *et al.*, 1989). Observou-se redução no peso de mil grãos pelo pastejo em aveia branca, trigo e triticale ( $p < 0,01$ ) (Figura 15), reduzindo consideravelmente esse componente principalmente na cultivar de trigo conforme o aumento da permanência dos animais na área (Anexo 10).



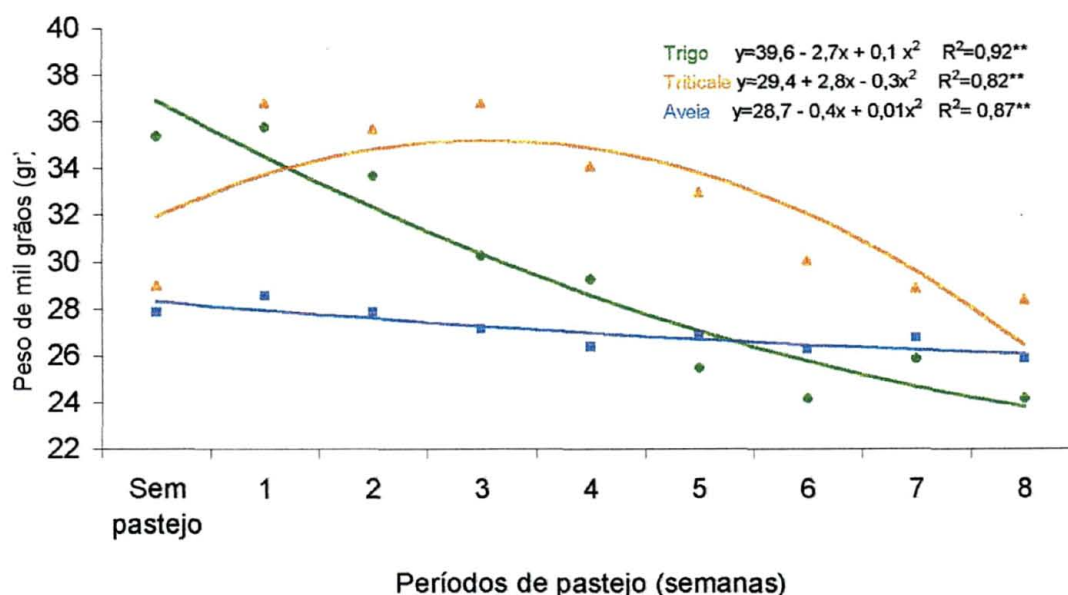


FIGURA 15 – Peso de mil grãos (gramas) de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Apesar do aumento no número de grãos até a quarta semana, ocorreu redução no peso dos grãos tanto para trigo como para triticale. Esse resultado está de acordo com Evans *et al.* (1989), que afirma que quando um componente de rendimento de grãos aumenta, um outro componente tende a compensar diminuindo seu valor. Royo e Tribo (1997) relatam redução na produção de grãos de triticale de 10 a 24% após remoção de forragem, causada, principalmente, segundo os autores, pela redução no peso dos grãos.

#### 4.5 RENDIMENTO DE GRÃOS

A produção de grãos é determinada pelo manejo no estágio de perfilhamento, pela quantidade de duração da área foliar e quantidade de matéria seca por unidade de área (Mcrae, 2003). Os resultados do efeito da desfolhação na produção de grãos encontrados neste trabalho variaram, sendo positivos e negativos dependendo do período de pastejo.

#### 4.5.1 Rendimento de grãos de tritcale

Um modelo significativo ( $p < 0,01$ ) descreveu um efeito positivo do pastejo quanto ao rendimento de grãos de tritcale, partindo de uma produção inicial de  $147,6 \text{ kg.ha}^{-1}$  na ausência de pastejo,  $972,7 \text{ kg.ha}^{-1}$  com uma semana de pastejo,  $1.208,3 \text{ kg.ha}^{-1}$  com duas semanas,  $1.685,8 \text{ kg.ha}^{-1}$  com três semanas e  $1.440,8 \text{ kg.ha}^{-1}$  com quatro semanas de pastejo. Por outro lado, a partir de cinco semanas de pastejo, ocorreu queda na produção de grãos, como mostra a Figura 16. No Anexo 10 encontram-se os valores médios de rendimento de grãos de tritcale, aveia branca e trigo.

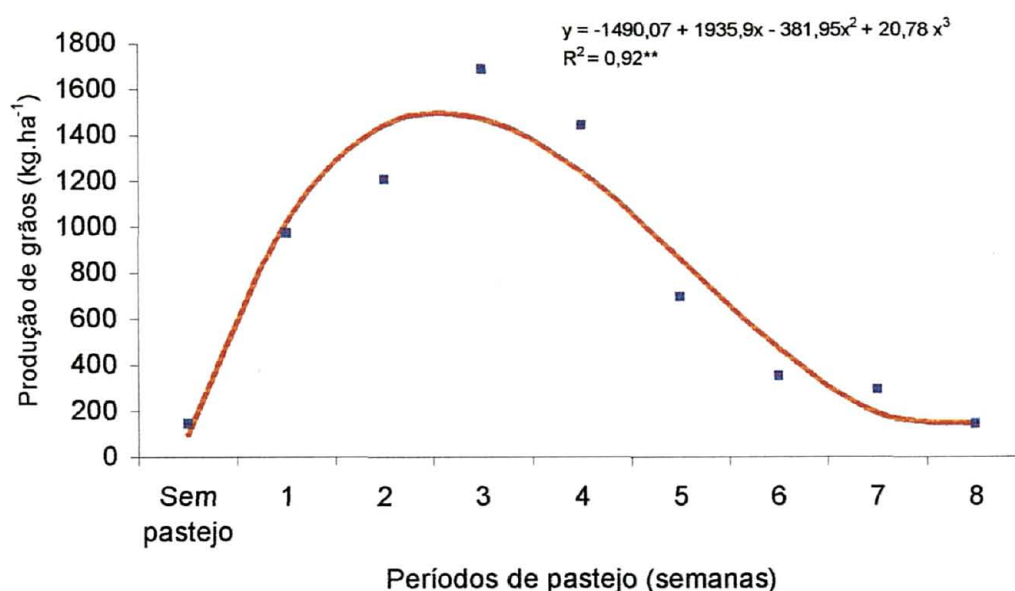


FIGURA 16 – Produção de grãos ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) de tritcale submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

O baixo rendimento de grãos das plantas sem pastejo deveu-se ao acamamento ocorrido no estágio de floração. Frequentemente os tratamentos sem desfolhação apresentam problemas de acamamento e, pastejos moderados, podem, em função da redução dos índices de acamamento, aumentar o rendimento de grãos (Briske e Richards, 1995).

A planta de tritcale foi capaz de ajustar-se à desfolhação pelo aumento do número de perfilhos produzindo maior número de grãos por espiga. Porém, essa resposta só influenciou positivamente a produção de grãos quando o período de pastejo foi de, no máximo, quatro semanas. Ocorreu redução no rendimento de grãos durante pastejos de

cinco (698,38 kg.ha<sup>-1</sup>), seis (352,38 kg.ha<sup>-1</sup>), sete (295,18 kg.ha<sup>-1</sup>) e oito semanas de pastejo (142,88 kg.ha<sup>-1</sup>).

A recuperação da biomassa da planta começou a partir da saída dos animais, mas o espigamento não foi completo devido a redução do índice de área foliar, como observado também por Christiansen *et al.* (1989) e Davidson *et al.* (1990). O pastejo realizado em estádios mais tardios do desenvolvimento da planta removeu os meristemas apicais, promovendo redução na produção dos grãos. Além disso, de acordo com afirmação de Larcher (2000), a formação de flores e grãos compete com o crescimento vegetativo e remove as reservas que poderiam ser usadas na renovação de meristemas. Resultados semelhantes foram relatados por Dunphy *et al.* (1988), Royo *et al.* (1994), Winter e Thompson (1987; 1990).

Royo *et al.* (1994) encontraram redução de 10 a 51% na produção de grãos de triticle pastejado no início do estágio de alongação, com pastejos mais tardios gerando efeitos mais severos na produção de grãos.

Silva e Campos (1995), em experimento realizado na região Centro-Sul do Paraná, obtiveram produção média para a cultivar IAPAR 23 de 3.848 kg.ha<sup>-1</sup> sem cortes. Bortolini (2000) testando cereais de inverno para duplo propósito, obteve rendimento de grãos com a cultivar IAPAR 23 de 3.601 kg.ha<sup>-1</sup> sem corte, 4.050 kg.ha<sup>-1</sup> após um corte e 1.632 kg.ha<sup>-1</sup> após dois cortes.

#### 4.5.2 Rendimento de grãos de aveia branca

O efeito do pastejo na produção de grãos da aveia foi positivo para os tratamentos duas (3.523 kg.ha<sup>-1</sup>), três (3.360 kg.ha<sup>-1</sup>) e quatro semanas de pastejo (3.649 kg.ha<sup>-1</sup>) (Figura 17). A desfolhação nos períodos iniciais de desenvolvimento das plantas não causou prejuízos à produção de grãos, pois houve remoção apenas das folhas, enquanto o meristema apical permaneceu próximo ao solo. Em condições de elevada área foliar, a assimilação fotossintética das plantas nos estádios iniciais de crescimento deve ter sido maior e se traduziu em maior rendimento de grãos.

A menor produção de grãos nos tratamentos sem pastejo (2.933 kg.ha<sup>-1</sup>) e uma semana de pastejo (3.225 kg.ha<sup>-1</sup>) se deve ao excessivo acúmulo de biomassa, o que proporcionou acamamento das plantas (Anexo 10). Nos demais tratamentos (duas a oito semanas), não houve acamamento em razão do menor acúmulo de biomassa e redução no comprimento de entrenós das plantas por ocasião do pastejo.

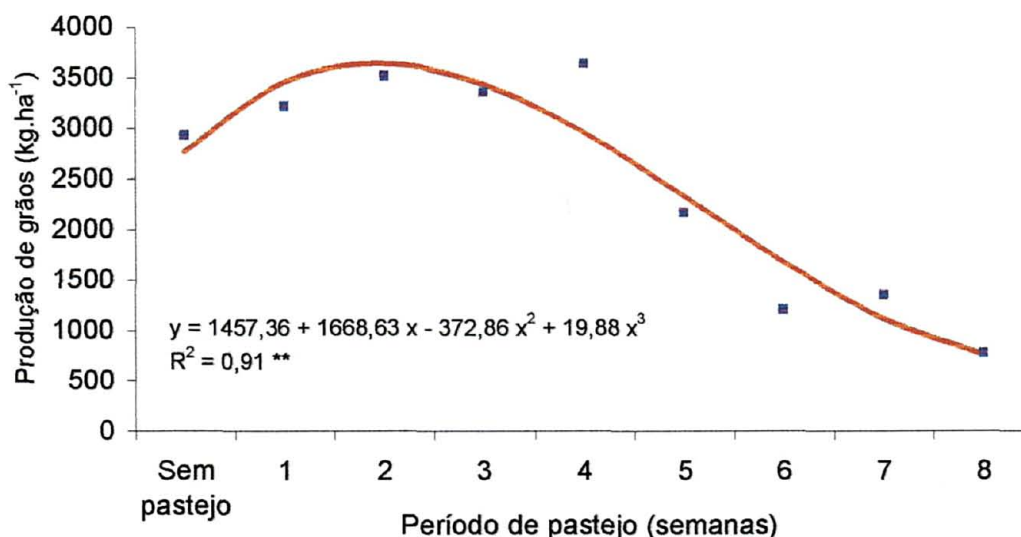


FIGURA 17 – Produção de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) de aveia branca submetida ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

O acamamento promoveu a redução no rendimento de grãos por ocorrer quando as plantas estavam ativamente realizando fotossíntese para crescimento vegetativo (Stoskopf, 1985). Segundo Nabinger (1996), o acamamento interrompe a organização da folha no dossel, resultando em maior sombreamento e reduzindo a movimentação de ar e fornecimento de CO<sub>2</sub>. Essa resposta ao acamamento também foi encontrada por Poysa (1985), Winter e Thompson (1987), Christiansen *et al.* (1989) e Redmon *et al.* (1995).

De cinco semanas em diante, a produção de grãos foi severamente afetada pelo pastejo, explicado por um modelo cúbico significativo ( $p < 0,01$ ). A produção de grãos para cinco, seis, sete e oito semanas de pastejo foi 2.170 kg.ha<sup>-1</sup>, 1.215 kg.ha<sup>-1</sup>, 1.358 kg.ha<sup>-1</sup> e 779 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em trabalho realizado por Matzenbacher (2001), esta mesma cultivar de aveia branca produziu 1.150 kg.ha<sup>-1</sup> sem corte e 1.360 kg.ha<sup>-1</sup> quando submetida a um corte.

A remoção dos meristemas apicais das plantas ocorreu a partir de seis semanas e causou redução no número final de espigas por unidade de superfície, bem como redução nos componentes de produção de grãos em nível de inflorescência.

Nos tratamentos com pastejo tardio, a redução na produção de grãos pode ter ocorrido pela remoção de tecido foliar em períodos de alongação do colmo, ocorrendo baixa sobrevivência dos perfilhos pela remoção do meristema apical e lento desenvolvimento de nova área foliar antes da antese. A produção de grãos depende, então, das inflorescências de menor tamanho e menos produtivas, como observado também por Dunphy *et al.* (1984),



Winter e Thompson (1987), Christiansen *et al.* (1989), Winter e Thompson (1990) e Royo *et al.* (1994).

#### 4.5.3 Rendimento de grãos de trigo

O pastejo mostrou efeito significativo ( $p < 0,01$ ) na produção de grãos de trigo, aumentando de 115,5 kg.ha<sup>-1</sup> sem pastejo até 339,4 kg.ha<sup>-1</sup> com três semanas de pastejo (Anexo 10) e reduzindo a partir de então, como mostra a Figura 18.

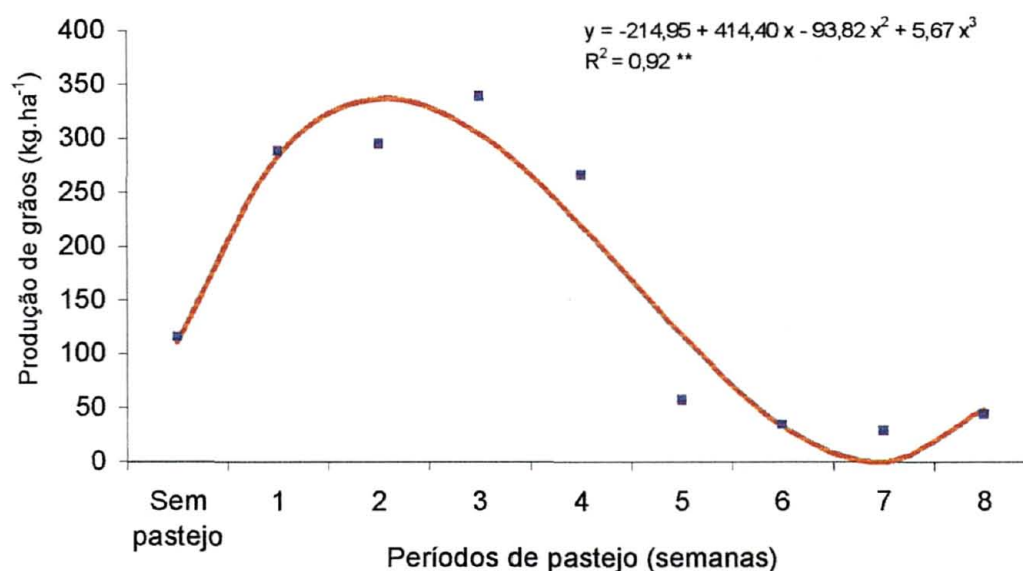


FIGURA 18 – Produção de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) de trigo submetido ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Ocorreu falha no enchimento de grãos em todos os tratamentos, com rendimento de grãos baixíssimos, devido a geada ocorrida no dia 15 de agosto, seguida de um período de 16 dias de estiagem. Ventos fortes ocorridos dia 14 de agosto provocaram acamamento nos tratamentos sem pastejo e uma semana de pastejo, coincidindo com a fase de florescimento. De acordo com Evans *et al.* (1980), o enchimento de grãos é dependente da fotossíntese e condições ambientais após o florescimento, tendo influência dominante na produção de grãos.

Embora com baixas produções devido às razões anteriormente mencionadas, o pastejo com período de uma semana (289 kg.ha<sup>-1</sup>) e duas semanas (295 kg.ha<sup>-1</sup>) beneficiou a produção de grãos ao prevenir o acamamento, pela redução do alongamento dos

entrenós. Essa resposta ao acamamento também foi encontrada por Poysa (1985), Winter e Thompson (1987), Christiansen *et al.* (1989) e Redmon *et al.* (1995).

A redução na produção de grãos com três ( $339 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), quatro ( $266 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), cinco ( $57,2 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), seis ( $35 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) e sete semanas de pastejo ( $29 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) é reflexo da diminuição do número de espigas, número de espiguetas por espigas e peso do grão. Quanto mais prolongado foi o efeito da desfolhação em trigo, mais incompleta foi a recuperação do índice de área foliar. A menor produção de matéria seca por unidade de área no momento de alongação do colmo a início de florescimento afetou grandemente a produção de grãos por ser este o momento mais crítico na determinação do potencial de rendimento.

#### 4.5.4 Correlação entre os componentes de rendimento na produção de grãos

O rendimento de grãos é determinado pelo número de espigas por unidade de área, número de espiguetas por espiga e grãos existentes (Christiansen *et al.*, 1989). A produção de grãos de tritcale teve correlação positiva ( $p < 0,05$ ) com número de espigas por metro linear (Anexo 12).

No que diz respeito ao número de espiguetas por espiga e grãos por espiga, não houve correlação significativa da produção para tritcale. Para aveia branca, o número de espigas por metro linear, de espiguetas por espiga e grãos por espiga tiveram influência positiva direta na quantidade de produção final de grãos, sendo que todos os componentes apresentaram correlação significativa ( $p < 0,05$ ). No trigo, apenas o número de espigas por metro linear apresentou correlação significativa com a produção de grãos ( $p < 0,05$ ), enquanto que os demais componentes apresentaram efeito em níveis menores e não significativos.

#### 4.6 PRODUÇÃO ANIMAL

Como pode-se observar na Tabela 14, o ganho animal médio foi superior quando o pastejo foi realizado em aveia branca ( $1,076 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) em relação ao trigo ( $0,879 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) e tritcale ( $0,787 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), o que pode ser explicado pela melhor qualidade da forragem e também por um possível maior consumo de matéria seca.

TABELA 14. Número de animais testes, peso médio inicial e final, ganho de peso médio diário e por área dos animais submetidos ao pastejo contínuo em cereais de inverno em sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

	Número de animais	Peso médio inicial	Peso médio final	Ganho de peso diário			Ganho de peso por área		
		kg	kg	kg.animal <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>			kg.ha <sup>-1</sup>		
				28 dias	56 dias	média	28 dias	56 dias	Total
Triticale	5	258	326	0,727	0,848	0,787	110	66	176
Aveia	5	290	383	1,103	1,050	1,076	225	200	425
Trigo	5	283	354	0,950	0,808	0,879	127	131	258

No período de 28 dias de pastejo, o ganho médio diário foi de 1,103 kg.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> na aveia branca, 0,950 kg.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> no trigo e 0,727 kg.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> no triticale. Estes ganhos refletem a alta disponibilidade de matéria seca média neste período. No intervalo de 28 a 56 dias de pastejo, o ganho médio diário foi de 1,050 kg.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> na aveia branca, 0,808 kg.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> no trigo e 0,848 kg.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> no triticale.

Com exceção de triticale, verificou-se que o ganho médio diário foi menor neste segundo período (28 a 56 dias de pastejo) nas demais culturas, quando a maioria das plantas iniciava o estágio de alongação, com quantidade de área foliar e qualidade alimentar já reduzida. De acordo com Lemaire e Gastal (1997), à medida que a planta amadurece, o teor de nitrogênio nos seus tecidos diminui, aumentando a concentração de carboidratos estruturais, diminuindo o consumo e a digestibilidade da matéria seca e, conseqüentemente, o aporte de nutrientes para o animal sustentar alto ganho de peso.

Para atividade de terminação de bovinos de corte em sistemas de duplo propósito, o ganho de peso médio diário é de fundamental importância por determinar o tempo que, de acordo com o peso inicial, os animais deverão permanecer em pastejo para alcançar o peso de abate, sem interferir, por meio do manejo da forragem, na posterior produção de grãos. Além disso, o ganho animal possível de ser alcançado com estas cultivares de cereais de inverno poderá definir o peso mínimo inicial dos mesmos, de modo a alcançarem o peso de abate sem a necessidade de prolongar o período de pastejo a estádios de crescimento mais avançados das plantas, interferindo na posterior produção de grãos destas.

O ganho médio diário por animal reflete a qualidade da dieta oferecida pelas pastagens e a produção das forragens por hectare durante o período de pastejo (Mott e Moore, 1985). Os resultados obtidos mostram que a forragem de trigo, triticale e aveia branca apresentam alta qualidade, o que é uma característica das espécies de estação fria (Quadros e Maraschin, 1997; Roso *et al.*, 2000). De acordo com Maraschin (1986), para obter ganhos de peso acima de 0,75 kg.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, é necessário pastejo seletivo,

proporcionando forragem de alta qualidade, constituída de alta porcentagem de folhas, elevado teor de proteína e elevada digestibilidade. Estas características associadas à densidade de forragem permitem alto consumo de matéria seca, que apresenta correlação com o ganho de peso diário (Euclides, 1994).

Nas condições da região Sul do Brasil, os resultados de ganho médio diário com forragem de cereais de inverno obtidos neste trabalho assemelham-se aos alcançados por Lupatini *et al.* (1998) com aveia e azevém e por Roso *et al.* (2000) com triticales, aveia e azevém. Porém, são inferiores aos ganhos obtidos por Grise *et al.* (2002) e Oliveira *et al.* (2000) com aveia preta e ervilhaca.

A produtividade animal, expressa pelo ganho de peso vivo por unidade de área, acompanhou a redução na produção de matéria seca das áreas. O ganho de peso total dos animais no período de 56 dias de pastejo em aveia branca foi de 425 kg.ha<sup>-1</sup>, 258 kg.ha<sup>-1</sup> em trigo e 176 kg.ha<sup>-1</sup> em triticales. A cultivar de aveia branca avaliada apresentou maior ganho animal por área que as demais cultivares possivelmente pela farta disponibilidade de folhas verdes ofertada, com alta digestibilidade e qualidade. As diferenças na produção de pastagens, quanto à produção animal por área, são reflexo da quantidade de matéria seca e da qualidade desta massa seca produzida (Quadros e Maraschin, 1987).

Considerando que o ganho de peso vivo animal no Paraná está próximo dos 100 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Assmann, 2002), os resultados deste experimento demonstram a viabilidade de alta produção animal em condições de pastejo em cereais de inverno para duplo propósito.

Os resultados de ganho por área obtidos neste trabalho são inferiores aos obtidos por Lupatini *et al.* (1998) e Roso *et al.* (2000) e assemelha-se aos ganhos obtidos por Grise *et al.* (2002). As respostas obtidas pelos diversos autores citados apresentam variações que, entre outros fatores, podem ser devido às diferenças de tempo de utilização, consorciações, adubações e oferta de forragem.

A escassez de resultados de pesquisa de produção animal em sistema de duplo propósito revela a necessidade de maior investigação e detalhamento neste aspecto do sistema de produção integrado.

As espécies utilizadas neste experimento são capazes de garantir a engorda com alto desempenho animal, sem a necessidade de complementação com alimentos concentrados. A utilização destes ocorreria estrategicamente somente em determinados períodos em que as condições de produção de forragem fossem menor que a quantidade de matéria seca requerida pelos animais.



## 5 CONCLUSÕES

Nas condições em que este trabalho foi conduzido, os resultados permitem as seguintes conclusões:

Os cereais de inverno avaliados demonstram adequada recuperação à desfolhação para produção de altas quantidades de matéria seca desde que o período de pastejo não ultrapasse a quatro semanas. Em pastejos prolongados (cinco, seis, sete e oito semanas), ocorre queda na produção de matéria seca de até 86% em triticale, 83% em aveia branca e 91% em trigo.

Há aumento no rendimento de grãos dos cereais de inverno em períodos de pastejo menores (uma, duas, três e quatro semanas de pastejo) em relação aos não pastejados. A máxima produção de grãos é alcançada com duas semanas de pastejo para aveia branca e trigo e três semanas de pastejo para triticale. Esta resposta ocorre pela redução do acamamento e da altura do meristema apical (14% em aveia, 50% em trigo e 45% em triticale, em relação as plantas não pastejadas).

Ocorre redução no rendimento de grãos a partir de cinco semanas de pastejo em até 79% em aveia branca, 84% em trigo e 90% em triticale. Essa redução acompanha o declínio do número de espigas por área, de espiguetas por espiga e de grãos por espiga.

O pastejo controlado até quatro semanas em triticale e aveia branca e duas semanas em trigo estimula a produção de matéria seca e ainda permite maior rendimento de grãos que as plantas não pastejadas, além de promover oportunidade para produção animal, demonstrando a alta aptidão destas cultivares ao sistema de duplo propósito.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura é inconsistente em termos do efeito da desfolhação nos componentes de produção de grãos em cereais de inverno. O ambiente, fisiologia, manejo da desfolhação e componentes de compensação na produção de grãos confundem o desenvolvimento de interpretações uniformes para efeito do pastejo na produção de grãos. As variações nas condições ambientais promovem uma oportunidade para quantificar a flexibilidade dos cereais como uma resposta não apenas ao ambiente, mas também ao manejo da desfolha.

Neste sentido, para a reprodução deste experimento ou execução de outros de duplo propósito, ressalta-se a necessidade da repetição por mais de um ano de avaliação, a fim de se ter maior confiança nas informações avaliadas pelo melhor entendimento das possíveis interações com as variáveis intervenientes ligadas aos fatores climáticos.

Necessita-se desenvolver experimentos que avaliem diferentes densidades de semeadura, bem como épocas de semeadura distintas para plantas submetidas ao sistema de duplo propósito, a fim de que fatores externos como ambiente e competição entre plantas não interfiram na capacidade produtiva destas e se alcance o manejo ideal deste sistema para cada região. Deveriam ser estudadas também as relações entre os fatores meteorológicos (precipitação limitante, horas ou dias de geadas) e acamamento sob pastejo na redução da produção de grãos.

O monitoramento do estresse na planta causado pela desfolhação poderia servir como indicador do potencial de produção de grãos pela análise de algumas variáveis como carboidratos não-estruturais ou outros componentes da planta associados com a fotossíntese. Monitorar o estresse na planta poderia ser suficiente na determinação do momento de término do pastejo devido à interação de fatores de crescimento bióticos e abióticos. Porém, a aplicação de terminologias como pressão de pastejo leve, moderada ou pesada ou densidade de pastejo devidamente quantificadas poderiam melhor orientar o estabelecimento de níveis de desfolhação e conseqüentemente efeitos na produção e qualidade de grãos e produção animal para pastagem de cereais de inverno.

O efeito dos fatores climáticos na qualidade de grãos, relações entre ingestão e disponibilidade de forragem, perdas de forragem devido ao pisoteio e o subsequente efeito na produção de grãos também são processos importantes que devem ser avaliados. Esses parâmetros, associados aos citados anteriormente, poderiam suprir a carência de

informações em torno dos aspectos considerados mais importantes do sistema de duplo propósito: momento de início e término de pastejo. Estas datas deveriam ser baseadas no estágio fisiológico das plantas e não apenas em datas de calendários, e serem específicos para uma cultivar.

Então, estas informações adicionais devem ser produzidas e inseridas no sistema de duplo propósito para se tomar decisões precisas e oportunas em torno do pastejo de cereais de inverno.

Na região Sul do Brasil, o melhoramento de plantas poderia concentrar-se no desenvolvimento de linhas de cultivares para duplo propósito que possam ser usadas para produção de forragens sem perdas significativas na produção de grãos. A grande maioria das cultivares de cereais tem sido selecionadas para produção de grãos. Esta ênfase poderia não ser diminuída; entretanto, programas de melhoramento poderiam expandir para endereçar a necessidade dos produtores que utilizam cereais de inverno para duplo propósito.

A seleção de características que conjuntamente propiciem melhoria no desempenho das plantas em comunidade poderá melhorar a expressão da capacidade produtiva das culturas destinadas a duplo propósito. Estas características devem propiciar máxima capacidade de interceptação de energia solar, eficiente conversão da energia luminosa em energia química, utilização adequada da energia química na formação de compostos orgânicos e direcionamento destes compostos para formação e enchimento de grãos.

O vigoroso crescimento após pastejo, que permite um rápido recobrimento do solo, aliado a maior período de tempo para acumular matéria seca e, em consequência, mais fitomassa para as plantas, seriam características desejáveis na seleção de cultivares para duplo propósito. O aumento da força de demanda dos grãos aumenta a eficiência de translocação de fotoassimilados, representando maior número de grãos e mais pesados. O incremento dessa demanda permite melhor aproveitamento da capacidade fotossintética, principalmente na fase de enchimento de grãos. O porte das plantas e o investimento em caules e folhas necessitam estar em equilíbrio com as estruturas reprodutivas, na busca de um elevado índice de colheita.

A busca por alto índice de área foliar é essencial, visto que este é de importância dominante na determinação das taxas de crescimento das plantas. Em cereais de inverno, as folhas compõem a maior fonte de nitrogênio e carboidratos para formação e enchimento dos grãos.

Então, plantas com alta capacidade de rebrota, elevada quantidade de folhas, resistentes ao acamamento e a geadas, que sejam capazes de resistir a longos pastejos

sem redução significativa na produção de grãos, poderiam ser um importante genótipo para a pesquisa de duplo propósito. Cultivares com maturação tardia parecem ter potencial para serem pastejadas por longo período. É possível que este genótipo possa ter um bom lugar para direcionar o programa de melhoramento de cereais para duplo propósito.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. L.; WOBETO, C.; RUPPEL, E. C. Ensaio de épocas de semeadura em aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18., 1998, Londrina. **Resumos**. Londrina: IAPAR, 1998. p. 340-345.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O afilhamento em comunidades de cereais de estação fria é afetado pela qualidade da luz? **Ciência Rural**, v. 28, p. 511-519, 1998.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M.; SANGOI, L. Conceito de ideotipo e seu uso no aumento do rendimento potencial de cereais. **Ciência Rural**, v. 28, p. 325-332, 1998.

ALTIER, N. **Manejo de distintos tipos de trigo y sus efectos en una pastura asociada**. Montevideo, 1983. 113f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia de Montevideo.

ANDERSON, W. K. Production of green feed and grain from grazed barley in Northern Syria. **Field Crops Research**, v. 7, p. 57-75, 1985.

ANTONIAZZI, N.; PERIM, J. R. Ensaio nacional de aveias forrageiras em Entre Rios, Guarapuava, 2000. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 21., 2001, Lages. **Resultados experimentais**. Lages: UDESC, 2001. p. 197-198.

ARZADUN, M. J.; ARROQUY, J. I.; LABORDE, H. E.; BREVEDAN, R. E. Grazing pressure on beef and grain production of dual-purpose wheat in Argentina. **Agronomy Journal**, v. 95, p. 1157-1162, 2003.

ASE, J. K. Regrowth of spring-clipped winter wheat in the northern Great Plains of the United States. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 55, n. 2, p. 631-633, 1975.

ASSMMAN, A. L. **Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença e ausência de trevo branco, na produção animal em área de integração lavoura-pecuária**. Curitiba, 2002. 122p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná.

BARCELLOS, A. O. **Avaliação de métodos para estimativas da massa de forragem em condições de pastejo**. Porto Alegre, 1990. 181p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia) Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BLASER, R. E. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação das plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragem. In: **Pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 157-205.

BONA FILHO, A. **Integração lavoura x pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. Curitiba, 2002. 105p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Universidade Federal do Paraná.

BONACHELA, S.; ORGAZ, F.; FERERES, E. Winter cereals grown for grain and for the dual purpose of forage plus grain. I – Production. **Field Crops Research**, v. 44, p. 1-11, 1995.

BORTOLINI, P. C. **Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito**. Curitiba, 2000. 75p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) Universidade Federal do Paraná.

BRISKE, D. D.; RICHARDS, J. H. Plant responses to defoliation: a physiologic, morphologic and demographic evaluation. In: BEDUNAH, D. J., SOSEBEE, R. E. (Ed.) **Wildland plants: physiological ecology and developmental morphology**, 1995. p. 635-710.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings**. Palmerston North: CAB Internacinal, 1993. p. 95-109.

CHRISTIANSEN, S.; SVEJCAR, T.; PHILLIPS, W. A. Spring and fall cattle grazing effects on components and total grain yield of winter wheat. **Agronomy Journal**, v. 81, n. 2, p. 145-150, 1989.

COELHO FILHO, R. C.; QUADROS, F. L. F. Produção animal em misturas forrageiras de estação fria semeadas em uma pastagem natural. **Ciência Rural**, v. 25, n. 2, p. 289-293, 1995.

COOK, L. F.; LOVETT, J. V. Response of oats to nitrogen and desfoliation. **Australian Journal of Agriculture and Animal Husbandry**, v. 14, p. 373-379, 1974.

CULVENOR, R. A.; DAVIDSON, I. A.; SIMPSON, R. J. Regrowth by swards of subterranean clover after defoliation. I. Growth, nonstructural carbohydrate and nitrogen content. **Annals of Botany**, v. 64, p. 545-556, 1989.

DANN, P. R.; AXELSEN, A.; EDWARDS, C. B. H. The grain yield of winter grazed crops. **Australian Journal Animal Husband**, v. 17, p. 425-461, 1997.

DAVALOS, D. Recomendações para o cultivo de triticales. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRITICALE, 6., Chapecó, 1998. **Anais**. Chapecó: EPAGRI, 1998, 27 p.

DAVIDSON, J. L.; JONES, D. B.; CHRISTIAN, K. R. Winter feed production and grain yield in mixtures of spring and winter wheats. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 41, p. 1-18, 1990.

DEL DUCA, L. J. A.; FONTANELI, R. S. Utilização de cereais de inverno em duplo propósito (forragem e grão) no contexto do sistema plantio direto. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. **Resumos**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. p. 177-180.

DEL DUCA, L. J. A.; FONTANELI, R. S.; GUARIENTI, E. M.; ZANOTTO, D. L. Influência de cortes simulando pastejo na composição química de grãos de cereais de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 1607-1614, 1999.

DÍAZ, M. J. ROBERTO, Z. E.; VIGLIZZO, E. F. Diversificación productiva y estabilidad económica de sistemas con distintas relaciones agroganaderas. **Revista Argentina Producción Animal**, v. 6, p. 603-608, 1986.

DIAZ-ROSELLO, R.; LEGUÍSAMO, N.; URCHIPÍA, A. **Pastoreo de trigo**. Uruguay: INIA, 1993. 12p. (Série técnica, 36).

DUNPHY, D. J.; McDANIEL, M. E.; HOLT, E. C. Effect of forage utilization on wheat grain yield. **Crop Science**, v. 22, p. 106-109, 1982.

DUNPHY, D. J.; HOLT, E. C.; McDANIEL, M. E. Leaf area and dry matter accumulation of wheat following remove forage. **Agronomy Journal**, v. 76, n. 6, p. 971-974, 1984.

EMBRAPA - Serviço Nacional de Levantamento de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Curitiba: SUDESUL/IAPAR, 1984. 52 p. (Boletim técnico, 27).

EMBRAPA. **Cultivares de trigo**. Londrina: Fundação Meridional, 2003. 44 p. (EMBRAPA-SOJA, 208).

EPPLIN, F. M.; HOSSAIN, I.; KRENZER, E. G. J. Winter wheat fall-winter forage yield and grain yield response to planting date in a dual-purpose system. **Agriculture Systems**, v. 63, n. 3, p. 161-173, 2000.

EUCLIDES, V. P. B. **Algumas considerações sobre manejo de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPCCG, 1994. 31 p. (Documentos, 57).

EVANS, L. T. The physiological basis of crop yield. In: EVANS, L. T. (Ed.) **Crop physiology**, 1980. p. 327-356.

EVANS, L. T.; WARDLAW, I. F.; FISCHER, R. A. Wheat. In: EVANS, L. T. (Ed.) **Crop physiology**, 1980. p.101-150.

FREEBAIRN, A. Productive dual purpose winter wheats. **NSW Agriculture**, p. 112-117, 2003.

GARBINI, S. E. El trigo como pastoreo. **Investigaciones Agronomicas**, v. 7, 3p., 1974.

GARCIA, J. A. Verdeos invernales. **MGAP Informa**, v. 5, p. 8-10, 1989.

GARDNER, F. P.; WIGGANS, S. C. Effect of clipping and nitrogen fertilization on forage and grain yields of spring oats. **Agronomy Journal**, v. 52, p. 566-568, 1980.

GERMAN, S. Producción de forraje y grano en trigo. **Cultivos de invierno**, v. 9, p. 72-84, 1983.

GOLD, W. G.; CALDWELL, M. M. The effects of the spatial pattern of defoliation of regrowth of a tussock grass. II. Canopy gas exchange. **Oecologia**, v. 81, p. 437-442, 1989.

GOMIDE, J. A. Manejo de pastagens para produção de leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, 1., 1994, Maringá. **Anais**. Maringá: EDUEM, 1994. p. 141-168.

GREWAL, D. S.; KLER, D. S. Defoliation studies on yield attributes in wheat as affected by crop geometry in relation to variable environment. **Environment & Ecology**, v. 5, n. 3, p. 442-446, 1987.

GRISE, M. M.; CANTO, M. W.; CECATO, U.; MORAES, A.; FACCIO, P. C. C.; JOBIM, C. C.; RODRIGUES, A. M. Avaliação do desempenho animal e do pasto na mistura aveia IAPAR 61 e ervilhaca forrageira manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1085-1091, 2002.

HARRY, W. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: **Plant relations in pastures**. Melbourne: Brisbane Proceedings, 1976. p. 67-85.

HERNADEZ, O. Efecto de la época e intensidad del pastoreo sobre el rendimiento en grano de trigo doble propósito. **Revista Investigación Agropecuaria**, v. 6, p. 155-165, 1969.

HOLLIDAY, R. Todder production from winter sown cereals and its effect upon grain yields. **Field Crops Abstract**, v. 9, p. 129-135, 1956.

HOLT, E. C. Growth behavior and management of small grains for forage. **Agronomy Journal**, v. 54, p. 272-275, 1992.

HORN, G.; KRENZE, G.; BERNARDO, D.; REDMON, L.; ANDRAE, J. Evaluation of wheat varieties in the wheat grain – stocker cattle enterprise. In: PROCEEDING ANNUAL WHEATLAND STOCKER CONFERENCE, 8., 1994, Oklahoma. **Proceedings**. Oklahoma:CSIRO, 1994. p. 211-236.

HUMPHREYS, L. R. Growth and defoliation. In: HUMPHREYS, L. R. (Ed.) **The evolving science of grassland improvement**. Australia: Cambridge University Press, 1997. p. 108-127.

KILCHER, M. R. Effect of cattle grazing on subsequent grain yield of rye. **Canadian Journal Plant Science**, v. 62, p. 795-796, 1982.

KOHLI, M. M. El estado actual del triticales, problemas y perspectivas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE TRITICALE, 3., Cascavel, 1989. **Anais**. Cascavel: OCEPAR, 1990. p. 21-51.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2000. p. 295-338.

LEMAIRE, G; GASTAL, F. N uptake and distribution in plant canopies. In: Diagnosis of the nitrogen status in crops. In: G. LEMAIER (Ed.) Springer-Verlang Berlin Heidelberg, 1997. p. 3-43.

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; CERETA, M.; MOOJEN, E. L.; BARTZ, H. R. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 11, p. 1939-1943, 1998.

LUSTOSA, S. B. C. **Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema de plantio direto**. Curitiba, 1998. 84p. (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná.



MAAK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco do Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.

MARASCHIN, G. E. Sistemas de pastejo 1. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 261-290.

MATZENBACHER, R. G. Ensaio nacional de aveias brancas de duplo propósito na FUNDACEP, Cruz Alta, RS, em 2000. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 21., 2001, Lages. **Resultados experimentais**. Lages: UDESC, 2001. p. 178-183.

MCRAE, F. Crop agronomy and grazing management of winter cereals. **NSW Agriculture**, v. 59, p. 57-69, 2003.

MILLOT, J. C. Manejo: uma condicionante del éxito em variedades de avena. **Cultivos de invierno**, v. 36, p. 13-22, 1981.

MILTHORPE, F. L.; DAVIDSON, J. L. Physiological aspects of regrowth in grasses. In: MILTHORPE, F.L.; IVINS, J.D. (Ed.) **The growth of cereals and grasses**. Londres: Butterworths, 1966. p. 223-229.

MORAES, A. **Produtividade animal e dinâmica de uma pastagem de pangola, azevém e trevo branco submetida a diferentes pressões de pastejo**. Porto Alegre, 1991. 200 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MORAES, A.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 1., Brasília, 1995. **Anais**. Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p. 147-200.

MORRIS, H. D.; GARDNER, F. P. The effect of nitrogen fertilization and duration of clipping period on forage and grain yields of oats, wheat and rye. **Agronomy Journal**, v. 50, p. 454-457, 1988.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pensylvania. **Proceedings**. Pensylvania: State College Press, 1952. p. 1380-1385.

MOTT, G. O.; MOORE, J. E. Evaluating forage production. In: HEATH, M. E.; BARNES, R. F.; METCALFE, D. S. (Ed.) **Forages: the science of grassland agriculture**. Iowa State University, 1985. p. 422-429.

MUNDSTOCK, C. M. Manejo para duplo propósito. In: **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: O autor. p. 207-210, 1999.

NABINGER, C. Aspectos ecofisiológicos do manejo de pastagens e utilização de modelos como ferramenta de diagnóstico e indicação de necessidades de pesquisa. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO REGIONAL DO CONE SUL (ZONA CAMPOS) EM MELHORAMENTO E UTILIZAÇÃO DE RECURSOS FORRAGEIROS DAS ÁREAS TROPICAL E SUBTROPICAL, 16., 1996, Porto Alegre. **Relatório**. Porto Alegre: UFRGS, 1996. p. 17-61.

NELSON, L. R.; ROUQUETTE, F. M.; RANUEL, R. D. Cash wheat in a wheat-ryegrass grazing system. **Texas Agricultural Experimentation Station Bull**, 145 p., 1983.

OLAZABAL, G.; SUBURU, J. C. **Efecto de la fertilización nitrogenada, densidad de siembra y defoliación sobre la producción de trigo**. Montevideo, 1985. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia.

OLIVEIRA, E.; MEDEIROS, G. B.; MARUN, F. **Recuperação de pastagens no Noroeste do Paraná – bases para plantio direto e integração lavoura-pecuária**. Londrina: IAPAR, 2000. 96 p. (IAPAR; Informe de Pesquisa 132).

OLIVEIRA, J. C.; OLIVEIRA, E.; SA, J. P. G.; ARAGÃO, A. A. Densidade de semeadura e rendimento forrageiro de aveia preta de ciclo precoce. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18., 1998, Londrina. **Resumos**. Londrina: IAPAR, 1998. p. 90-91.

OLIVEIRA, U. A.; OSÓRIO, F. A. Trigo para duplo propósito: pastoreio e produção de grãos. **Revista Plan Agropecuario**, v. 36, p. 5, 1979.

PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**, v. 43, p. 49-59, 1988.

POYSA, V. W. Effect of forage harvest on grain yield and agronomic performance of winter, triticale, wheat and rye. **Canadian Journal Plant Science**, v. 65, p. 879-888, 1985.

PUCKRIDGE, D. W.; FRENCH, R. J. The annual legume pasture in cereal-ley farming systems of Southern Australia: a review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 9, n. 3, p. 229-267, 1983.

PUMPREY, F. V. Semidwarf winter wheat response to early clipping and grazing. **Agronomy Journal**, v. 62, p. 642-643, 1970.

QUADROS, F. L. F.; MARASCHIN, G. E. Desempenho animal em misturas de espécies forrageiras de estação fria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 5, p. 535-541, 1987.

REBUFFO, M. Estrategias y métodos de mejoramiento para maximizar la eficiencia en el uso de avena para foraje y doble propósito. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 21., 2001, Lages. **Resultados**. Lages: UDESC, 2001. p. 28-29.

RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA. 3 ed. Passo Fundo: SBCS, **Núcleo Regional Sul – EMBRAPA – CNPT**. 1995. 223 p.

REDMON, L. A. HORN, G. W.; KRENZER, E. G.; BERNARDO, D. J. A review of livestock grazing and wheat grain yield: boom or bust? **Agronomy Journal**, v. 87, n. 2, p. 137-147, 1995.

REDMON, L. A. HORN, G. W.; KRENZER, E. G. Effect of wheat morphological stage at grazing termination on economic return. **Agronomy Journal**, v. 88, p. 94-97, 1996.

- RESTLE, J.; LUPATINI, G. C.; VALENTE, A. V. Avaliação da mistura aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. 1. Produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais**. Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p. 71-75.
- RICHARDS, J. H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings**. Palmerston North: CAB International, 1993. p. 85-94.
- ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas do Excel para os cálculos de balanços hídricos normal, seqüencial da cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, p. 459-467, 1999.
- ROSO, C.; RESTLE, J.; SOARES, A. B.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L. Produção e qualidade de forragem de mistura de gramíneas anuais de estação fria sob pastejo contínuo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 459-467, 2000.
- ROYO, C.; INSA, J. A.; BOUJENNA, A.; RAMOS, J. M.; MONTESINOS, E.; GARCIA DEL MORAL, L. A. Yield and quality of spring triticale used for forage and grain as influenced by sowing date and cutting stage. **Field Crops Research**, v. 37, p. 161-168, 1994.
- ROYO, C.; TRIBÓ, F. Triticale and barley for grain and dual-purpose (forage + grain) in a Mediterranean type environment. II – Yield, yield components and quality. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 48, p. 423-432, 1997.
- SANDINI, I. E.; NOVATZKI, M. R. Duplo propósito em cereais de inverno. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18., 1998, Londrina. **Resumos**. Londrina: IAPAR, 1998. p. 77-79.
- SANDINI, I. E.; VIEIRA, S. M.; NOVATZKI, M. R. Ensaio de épocas de aplicação e doses de nitrogênio pós-cortes em cereais de inverno. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18., 1998, Londrina. **Resumos**. Londrina: IAPAR, 1998. p. 437-440.
- SCHEEREN, P. L. **Instruções para utilização de trigo e triticale**. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1984, 19 p. (CNPT, Doc. 09).
- SCHEFFER-BASSO, S. M.; FLOSS, E.; HAUBERT, S. Potencial de genótipos de aveia para duplo propósito. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 7, n. 1, p. 22-28, 2001.
- SEAB – Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná. **Calendário Agrícola do Paraná Safra 1995/2002**. Curitiba: SEAB, 2002.
- SHARROW, S. H.; MOTAZEDIAN, I. Spring grazing effects on components of winter wheat yield. **Agronomy Journal**, v. 79, p. 502-504, 1987.
- SILVA, A. C.; CAMPOS, L. A. C. Resultados do ensaio de triticale na região Centro-Sul do Paraná. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE TRITICALE, 4., 1995, Chapecó. **Anais**. Chapecó: EPAGRI, 1995. p. 49-60.
- SPRAGUE, M. A. The effect of grazing management of forage and grain production from rye, wheat and oats. **Agronomy Journal**, v. 436, n. 1, p. 29-33, 1984.

STOSKOPF, N. C. **Cereal Grain Crops**. Virginia: Reston Publishing Company, 1985. p. 22-155.

STUTH, J. W. Foraging behavior. In: (Ed.) HEITHSCHMIDT, R. K.; STUTH, J. W. **Grazing management: a ecological perspective**. Oregon: Timber Press, 1990. p. 85-108.

TRENT, J. D.; GRACE, R.; NEUWAN, M. Effect of grazing on growth, carbohydrate pools, and mycorrhizae in winter wheat. **Canadian Journal Plant Science**, v. 68, p. 115-120, 1988.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (ed.) **New Zealand Pasture and Crop Science**. New Zealand: Oxford University Press, 1999. p. 11-28.

WENDT, W.; DIAS, J. C. A.; CAETANO, V. Avaliações preliminares de trigo em diferentes épocas de semeadura em solos hidromórficos. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16., 1991, Dourados. **Resultados experimentais**. Dourados:CNPT, 1991. p. 380-387.

WHITE, J. G. H.; MILLNER, J.; MOOT, D. J. Cereals. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed.) **New Zealand Pasture and Crop Science**. New Zealand: Oxford University Press, 1999. p. 213-234.

WINTER, S. R.; MUSICK, J. T. Grazed wheat grain yield relationships. **Agronomy Journal**, v. 83, p. 130-135, 1991.

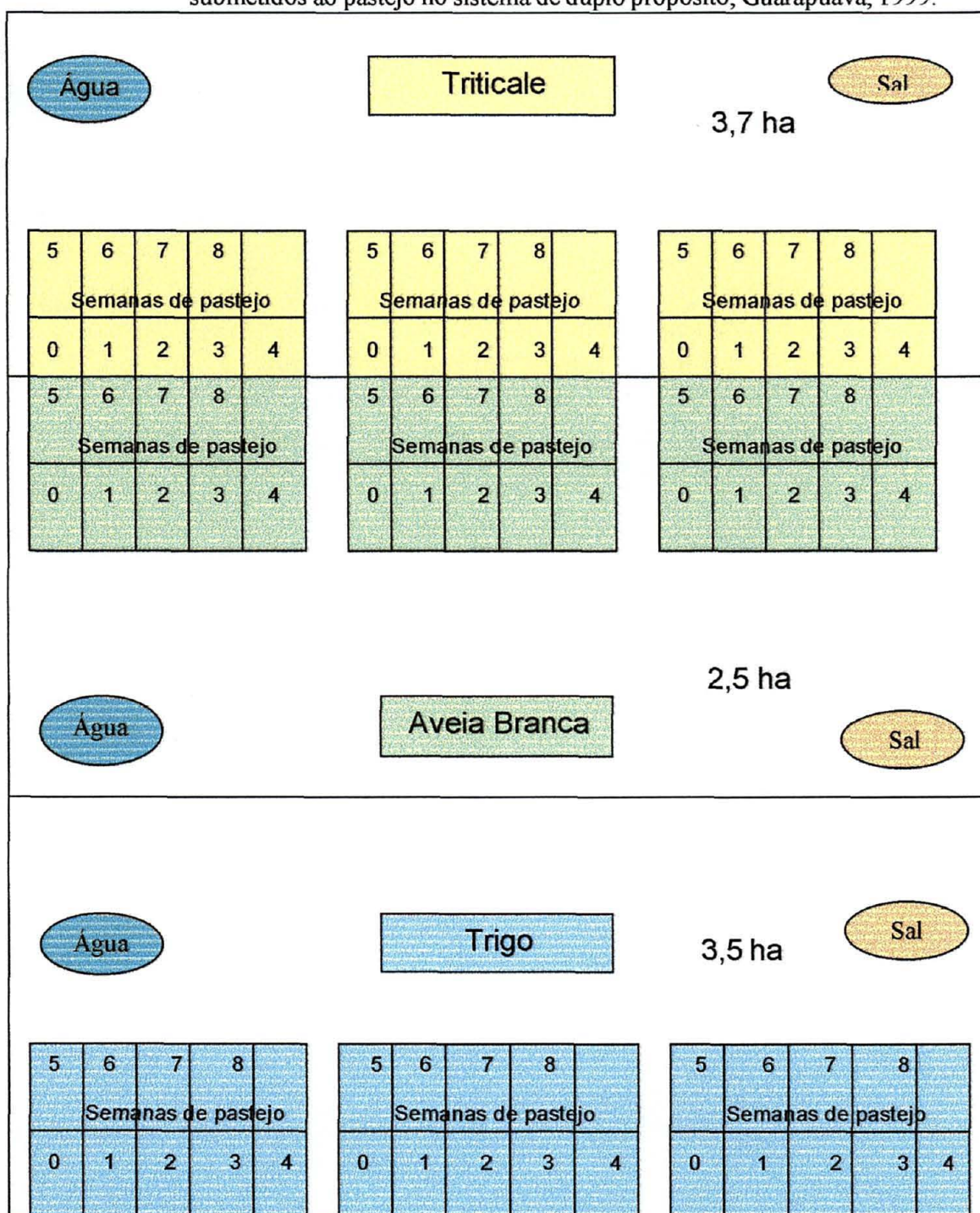
WINTER, S. R.; THOMPSON, E. K. Grazing duration effects on wheat growth and grain yield. **Agronomy Journal**, v. 79, p. 110-114, 1987.

WINTER, S. R.; THOMPSON, E. K. Grazing winter wheat: I. Response of semidwarf cultivars to grain and grazed production systems. **Agronomy Journal**, v. 82, p. 33-37, 1990.

WINTER, S. R.; THOMPSON, E. K.; MUSIK, J. T. Grazing winter wheat: II. Height effects on response to production system. **Agronomy Journal**, v. 82, p. 37-41, 1990.

## **ANEXOS**

ANEXO 1 – Representação gráfica da área experimental de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.



ANEXO 2 – Estádios de desenvolvimento de aveia branca, trigo e triticale em quatro datas de observação nos diferentes períodos de pastejo, segundo a Escala de Feekes-Large (Mundstock, 1999).

Períodos de pastejo	Datas de Avaliação			
	07/07	14/07	28/07	30/08
<b>Triticale</b>				
Sem pastejo	1ª espigas recém visíveis	Início florescimento	Maduração – grão leitoso	Maduração – grão massa mole
Uma semana	Emborrachamento	1ª espigas recém visíveis	Início florescimento	Início florescimento
Duas semanas	Emborrachamento	1ª espigas recém visíveis	Início florescimento	Início florescimento
Três semanas	Emborrachamento	Emborrachamento	1ª espigas recém visíveis	Todas espigas fora bainha
Quatro semanas	Emborrachamento	Emborrachamento	1ª espigas recém visíveis	Todas espigas fora bainha
Cinco semanas	Elongação	Elongação	Emborrachamento	Emborrachamento
Seis semanas	Elongação	Elongação	Elongação	Elongação
Sete semanas	Elongação	Elongação	Elongação	Elongação
Oito semanas	Elongação	Elongação	Elongação	Elongação
<b>Aveia branca</b>				
Sem pastejo	Elongação	Emborrachamento	1ª espigas recém visíveis	1ª espigas recém visíveis
Uma semana	Elongação	Elongação	Emborrachamento	Emborrachamento
Duas semanas	Elongação	Elongação	Emborrachamento	Emborrachamento
Três semanas	Elongação	Elongação	Emborrachamento	Emborrachamento
Quatro semanas	Elongação	Elongação	Emborrachamento	Emborrachamento
Cinco semanas	Elongação	Elongação	Elongação	Elongação
Seis semanas	Elongação	Elongação	Elongação	Elongação
Sete semanas	Perfilhamento	Elongação	Elongação	Elongação
Oito semanas	Perfilhamento	Elongação	Elongação	Elongação
<b>Trigo</b>				
Sem pastejo	1ª espigas recém visíveis	Início florescimento	Maduração – grão leitoso	Maduração – grão massa mole
Uma semana	Emborrachamento	1ª espigas recém visíveis	Início florescimento	Início florescimento
Duas semanas	Emborrachamento	1ª espigas recém visíveis	Início florescimento	Início florescimento
Três semanas	Emborrachamento	Emborrachamento	1ª espigas recém visíveis	Todas espigas fora bainha
Quatro semanas	Emborrachamento	Emborrachamento	1ª espigas recém visíveis	Todas espigas fora bainha
Cinco semanas	Elongação	Elongação	Emborrachamento	Emborrachamento
Seis semanas	Elongação	Elongação	Emborrachamento	Emborrachamento
Sete semanas	Elongação	Elongação	Elongação	Elongação
Oito semanas	Elongação	Elongação	Elongação	Elongação

ANEXO 3 - Produção de matéria seca (kg.ha<sup>-1</sup>) de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	07/07	14/07	21/07	28/07	04/08	11/08	18/08	25/08	01/09	08/09
<b>Triticale</b>										
Sem pastejo	2881,0	3853,8	3892,7	4232,2	6032,3	7001,9	7783,1	7992,7	7994,1	6961,4
1 semana	1070,0	1450,5	1399,3	2054,2	3591,0	4156,2	4592,2	4604,5	4936,5	5516,3
2 semanas	1059,1	1046,7	915,7	1381,9	2754,1	3699,1	3312,0	4348,6	4209,6	5241,2
3 semanas		910,6	817,5	1103,0	1829,0	2724,8	3197,3	3487,5	3819,1	4362,6
4 semanas			569,2	694,8	1178,8	2365,2	1983,7	2416,4	3528,0	3411,5
5 semanas				666,9	994,3	1213,3	1195,8	1904,6	2072,1	2320,8
6 semanas					709,3	845,2	880,2	1133,2	1454,4	1389,9
7 semanas						737,9	801,1	890,0	1122,6	1434,1
8 semanas							422,9	596,4	746,0	997,4
<b>Aveia branca</b>										
Sem pastejo	2834,5	2998,8	2609,8	2472,9	3874,5	3888,3	4304,4	4195,5	4844,1	5541,6
1 semana	1768,7	1519,7	1352,3	1560,5	2353,7	2882,2	2976,1	3287,7	3078,7	2774,5
2 semanas	1792,6	1472,2	1522,6	1746,9	2640,9	2869,2	2887,7	3359,1	3375,4	2958,4
3 semanas		1269,3	1127,6	1266,1	1648,3	2599,3	2473,4	2657,5	1852,9	2772,3
4 semanas			1015,7	989,6	1689,4	2395,5	2181,0	2471,0	1798,6	2053,3
5 semanas				967,9	1303,4	1611,1	1693,8	1802,9	1368,8	1826,4
6 semanas					1227,8	1189,3	1720,9	1486,5	1095,8	1298,4
7 semanas						1297,5	1286,2	1016,6	1132,2	1313,7
8 semanas							1269,1	1076,4	1140,9	966,4
<b>Trigo</b>										
Sem pastejo	3473,1	3596,6	2956,0	5581,2	5390,8	6055,4	5947,4	5122,7	6146,3	6731,3
1 semana	2360,1	2067,3	1580,6	3024,6	3711,4	5034,6	4886,7	3328,7	5655,8	4623,7
2 semanas		1647,0	1684,5	2455,2	3169,3	3426,1	4065,8	3025,1	4924,1	2972,1
3 semanas			1231,0	2201,3	2155,0	2645,7	3135,7	2214,3	3426,4	2995,4
4 semanas				2343,2	1582,8	2041,8	2174,8	2199,6	2309,7	1789,7
5 semanas					1600,5	1445,6	1479,6	1201,4	1561,7	1058,7
6 semanas						1220,5	1629,6	952,1	843,1	747,7
7 semanas							1455,4	921,5	874,3	788,7
8 semanas								869,8	993,7	599,0





ANEXO 5 - Número de perfilhos por planta de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Datas de avaliação									
	07/07	14/07	21/07	28/07	04/08	11/08	18/09	25/08	01/09	
Triticale										
Sem pastejo	1,4	1,0	0,6							
1 semana		1,1	1,1	0,7						
2 semanas		1,2	1,1	0,8	0,8					
3 semanas		2,0	1,8	1,2	1,1					
4 semanas			1,6	1,6	1,6	1,2				
5 semanas				1,9	1,7	1,4				
6 semanas					2,1	2,0				
7 semanas						2,3				
Aveia branca										
Sem pastejo	1,8	1,7	1,7	1,8	1,5	1,9	1,6	1,7	1,0	
1 semana	2,5	1,3	1,6	1,0	1,6	1,7	1,9	2,3	0,9	
2 semanas	2,3	1,3	1,2	1,4	1,3	1,5	1,5	1,3	1,2	
3 semanas		1,6	1,9	1,4	1,0	1,2	1,4	1,4	1,8	
4 semanas			0,5	0,7	1,0	1,3	2,0	2,6	2,9	
5 semanas				0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,3	
6 semanas						0,8	1,4	1,2	1,2	
7 semanas						0,9	1,1	1,1	1,7	
8 semanas							1,2	1,5	1,5	
Trigo										
Sem pastejo	2,0	0,4	0,5	0,5						
1 semana	2,0	1,9	0,9	0,5	0,4					
2 semanas		2,0	1,5	0,7	1,0					
3 semanas			1,0	0,9	0,5					
4 semanas				1,1	1,2	0,5				
5 semanas					1,3	1,0	1,3			
6 semanas						0,9	1,7			
7 semanas							2,3			

ANEXO 6 - Número de espigas por metro linear de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Triticale	Aveia	Trigo
Sem pastejo	55,6	69,5	70,8
1 semana	72,7	72,1	105,3
2 semanas	72,1	75,8	97,0
3 semanas	71,9	70,9	79,7
4 semanas	59,9	66,1	79,0
5 semanas	54,5	63,7	70,0
6 semanas	43,5	62,2	57,5
7 semanas	39,3	57,6	48,1
8 semanas	36,7	56,3	44,3

ANEXO 7 - Número de espiguetas por espiga de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Triticale	Aveia	Trigo
Sem pastejo	17,4	15,8	13,9
1 semana	17,8	15,4	13,8
2 semanas	17,8	22,0	12,6
3 semanas	15,6	19,8	12,0
4 semanas	16,7	18,9	11,0
5 semanas	15,4	15,9	10,8
6 semanas	15,2	14,5	10,1
7 semanas	15,0	13,3	10,1
8 semanas	14,6	13,1	9,1

ANEXO 8 - Número de grãos por espiga de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Triticale	Aveia	Trigo
Sem pastejo	1,5	38,7	1,1
1 semana	21,4	36,2	16,3
2 semanas	32,9	41,7	11,7
3 semanas	32,3	40,9	22,3
4 semanas	31,5	33,9	25,3
5 semanas	34,7	31,1	13,3
6 semanas	31,7	32,9	12,5
7 semanas	32,6	35,2	15,1
8 semanas	32,9	27,0	16,4

ANEXO 9 – Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) dos componentes de rendimento de cereais de inverno submetidos ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Número de espigas por metro linear		
	Equação de regressão	$R^2$
Triticale	$Y = 59,1 + 5,6x - 0,97x^2$	0,82**
Aveia	$Y = 71,2 + 0,8x - 0,3x^2$	0,88**
Trigo	$Y = 81,8 + 5,4x - 1,1x^2$	0,77**
Número de espiguetas por espiga		
	Equação de regressão	$R^2$
Triticale	$Y = 18,2 - 0,42x + 0,001x^2$	0,81**
Aveia	$Y = 14,2 + 2,2x - 0,28x^2$	0,63*
Trigo	$Y = 14,96 - 0,84x + 0,02x^2$	0,97**
Número de grãos por espiga		
	Equação de regressão	$R^2$
Triticale	$Y = -2,7 + 12,5x - 1,0x^2$	0,78**
Aveia	$Y = 38,5 + 0,4x - 0,1x^2$	0,70*
Trigo	$Y = -1,1 + 7,271x - 0,6x^2$	0,65*
Peso de mil grãos		
	Equação de regressão	$R^2$
Triticale	$Y = 39,6 - 2,7 x + 0,1 x^2$	0,87**
Aveia	$Y = 29,4 + 2,8 x - 0,3 x^2$	0,82**
Trigo	$Y = 28,7 - 0,4 x + 0,01 x^2$	0,92**

\*\* Significativo ao nível de 1%

\* Significativo ao nível de 5%

ANEXO 10 - Rendimento de grãos, peso de mil grãos e peso hectolétrico de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

Períodos de pastejo	Rendimento de grãos	Peso de mil grãos	Peso hectolétrico
	kg.ha <sup>-1</sup>	gramas	kg.100 litros <sup>-1</sup>
<b>Aveia branca</b>			
Sem pastejo	2932,6	27,9	52,9
1 semana	3225,0	28,6	52,5
2 semanas	3523,2	27,9	53,0
3 semanas	3360,0	27,2	53,0
4 semanas	3649,2	26,4	50,8
5 semanas	2170,2	26,9	46,7
6 semanas	1215,3	26,3	46,7
7 semanas	1357,8	26,8	45,9
8 semanas	778,8	25,9	43,1
<b>Trigo</b>			
Sem pastejo	115,5	35,4	68,8
1 semana	289,0	35,8	73,1
2 semanas	295,2	33,7	71,3
3 semanas	339,4	30,3	63,6
4 semanas	266,2	29,3	66,4
5 semanas	57,2	25,5	
6 semanas	35,0	24,2	
7 semanas	28,6	25,9	
8 semanas	44,3	24,2	
<b>Triticale</b>			
Sem pastejo	147,6	29,0	65,1
1 semana	972,7	36,8	71,4
2 semanas	1208,3	35,7	71,7
3 semanas	1685,8	36,8	71,9
4 semanas	1440,8	34,1	61,8
5 semanas	698,3	33,0	75,1
6 semanas	352,3	30,1	55,7
7 semanas	295,1	28,9	71,4
8 semanas	142,8	28,4	68,5

ANEXO 11 – Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) do rendimento de grãos de cereais de inverno submetidos ao sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

	Equação de regressão	$R^2$
Triticale	$Y = -1490,07 + 1935,9x - 381,95x^2 + 20,78x^3$	0,92**
Aveia	$Y = 1457,36 + 1668,63x - 372,86x^2 + 19,88x^3$	0,91**
Trigo	$Y = -214,95 + 414,40x - 93,82x^2 + 5,67x^3$	0,92**

\*\* Significativo ao nível de 1%

\* Significativo ao nível de 5%

ANEXO 12 - Correlações entre componentes de rendimento (espigas por metro linear, espiguetas por espiga e grãos por espiga) e produção de grãos de cereais de inverno submetidos ao pastejo no sistema de duplo propósito, Guarapuava, 1999.

	Produção de grãos		
	Triticale	Aveia branca	Trigo
Espigas por metro linear	0,80*	0,89*	0,84*
Espiguetas por espiga	0,36	0,89*	0,61
Grãos por espiga	0,27	0,73*	0,43

\* Correlações significativas a 5% de probabilidade